


METHOD AND DEVICE FOR GFP FRAME TRANSFER

Patent number: JP2002198994
Publication date: 2002-07-12
Inventor: KAMIYA SATOSHI; NISHIHARA MOTOO
Applicant: NIPPON ELECTRIC CO
Classification:
- International: H04J3/16; H04L29/06; H04Q11/04; H04L29/08;
H04J3/16; H04L29/06; H04Q11/04; H04L29/08; (IPC1-7): H04L12/56; H04L29/02
- european: H04J3/16A2A; H04L29/06; H04Q11/04S2
Application number: JP20000396184 20001226
Priority number(s): JP20000396184 20001226

Also published as:

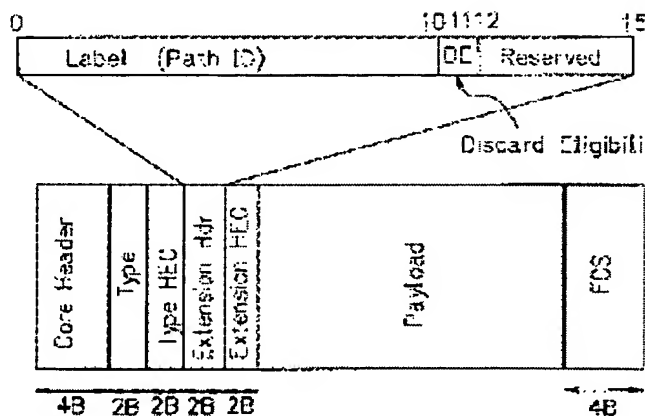
 US2002083190 (A)

Report a data error he

Abstract of JP2002198994

PROBLEM TO BE SOLVED: To solve the problems that an overhead becomes very large when a frame of sub-network is housed in a GFP (Generic Frame Procedure) network, and the like, because a GFP frame is not flexibly routed in a complex network topology since a conventional GFP frame transfer considers only a point-to-point connection and a ring connection.

SOLUTION: GFP path frame forming means 7, 8, 11, and 13 are provided. Here, a label corresponding to a path ID defined for designating a path from an Ingress node to an Egress node in the GFP network, is housed in a prescribed field in an extended header region of the GFP frame. A packet which should be transferred through the path is housed in a payload field of the GFP frame, for forming GFP path frames.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-198994

(P2002-198994A)

(43)公開日 平成14年7月12日(2002.7.12)

(51)Int.Cl.⁷

H 0 4 L 12/56
29/02

識別記号

F I

H 0 4 L 11/20
13/00

テマコード*(参考)

1 0 2 D 5 K 0 3 0
3 0 1 Z 5 K 0 3 4

審査請求 有 請求項の数52 O L (全 28 頁)

(21)出願番号 特願2000-396184(P2000-396184)

(22)出願日 平成12年12月26日(2000.12.26)

(71)出願人 000004237

日本電気株式会社
東京都港区芝五丁目7番1号

(72)発明者 神谷 聡史

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株
式会社内

(72)発明者 西原 基夫

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株
式会社内

(74)代理人 100084250

弁理士 丸山 隆夫

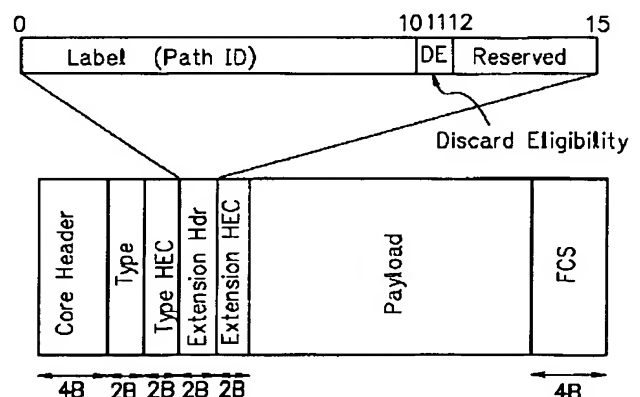
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 G F P フレーム転送装置およびG F P フレーム転送方法

(57)【要約】

【課題】 従来のG F P (Generic Frame Procedure) フレームの転送は、ポイント to ポイント接続やリング接続しか考慮されておらず、複雑なネットワークポロジにおいてG F P フレームを柔軟にルーティングすることができず、サブネットワークのフレームをG F P ネットワークに収容する場合にオーバーヘッドが極めて大きくなる等の課題があった。

【解決手段】 G F P ネットワーク内のI n g r e s s ノードからE g r e s s ノードまでのパスを一意に指定するために定義されたパスIDに対応するラベルをG F P フレームの拡張ヘッダ領域内の所定のフィールドに格納し、前記パスを介して転送されるべきパケットを前記G F P フレームのペイロードフィールドに格納してG F P パスフレームを形成するG F P パスフレーム形成手段7, 8, 11, 13を備えるようにした。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 GFP (Generic Frame Procedure) フレームを転送するGFPフレーム転送装置において、複数のGFPノードからなるGFPネットワーク内のIngressノードからEgressノードまでのパスを一意に指定するために定義されたパスIDに対応するラベルを前記GFPフレームの拡張ヘッダ領域内の所定のフィールドに格納し、前記パスを介して転送されるべきパケットを前記GFPフレームのペイロードフィールドに格納してGFPパスフレームを形成するGFPパスフレーム形成手段を備えたことを特徴とするGFPフレーム転送装置。

【請求項2】 前記GFPパスフレーム形成手段は、前記GFPパスフレームにおける前記拡張ヘッダ領域の長さを16ビットとすることを特徴とする請求項1記載のGFPフレーム転送装置。

【請求項3】 前記GFPパスフレーム形成手段は、前記拡張ヘッダ領域内に、前記ラベルを格納するためのラベルフィールドと、前記GFPパスフレームの廃棄優先度を示すフラグを格納するためのDE (Discard Eligibility) フィールドと、予備用の予備フィールドとを設けることを特徴とする請求項1記載のGFPフレーム転送装置。

【請求項4】 前記GFPパスフレーム形成手段は、前記ラベルフィールドのサイズを11ビット、前記DEフィールドのサイズを1ビット、前記予備フィールドのサイズを4ビットとすることを特徴とする請求項3記載のGFPフレーム転送装置。

【請求項5】 前記GFPパスフレームの前記ペイロードフィールドに格納されるべきパケットを格納したサブネットワークのフレームを終端し、前記サブネットワークのフレームから前記パケットを抽出するパケット抽出手段をさらに備えたことを特徴とする請求項1から4のいずれか1項に記載のGFPフレーム転送装置。

【請求項6】 前記パケット抽出手段は、前記サブネットワークのフレームから不要な前記サブネットワーク用のオーバーヘッドを除去することにより前記パケットを抽出することを特徴とする請求項5記載のGFPフレーム転送装置。

【請求項7】 前記GFPパスフレーム形成手段は、前記パケットに格納されたルーティング情報を基に、前記GFPネットワークにおける前記パスIDに対応する前記ラベルを特定することを特徴とする請求項5記載のGFPフレーム転送装置。

【請求項8】 前記GFPパスフレーム形成手段は、前記パケットに格納されたルーティング情報、および前記GFPフレーム転送装置に前記パケットが入力された際の入力ポートを基に、前記GFPネットワークにおける

前記パスIDに対応する前記ラベルを特定することを特徴とする請求項5記載のGFPフレーム転送装置。

【請求項9】 前記パケットはEthernet MACフレームであり、前記ルーティング情報は前記Ethernet MACフレームに格納されたDA (Destination Address) であることを特徴とする請求項7または8記載のGFPフレーム転送装置。

【請求項10】 前記パケットはIPパケットであり、前記ルーティング情報は前記IPパケットに格納されたDA (Destination Address) であることを特徴とする請求項7または8記載のGFPフレーム転送装置。

【請求項11】 前記GFPパスフレーム形成手段により形成された前記GFPパスフレームを、前記GFPネットワークにおいて前記GFPフレームを収容するOSI参照モデルの第1層のフレームであるレイヤ1フレームに格納し、この前記GFPパスフレームを格納した前記レイヤ1フレームを、前記GFPフレーム転送装置の前記ラベルに対応した出力ポートから前記GFPネットワークに送信するGFPパスフレーム送信手段をさらに備えたことを請求項1から10のいずれか1項に記載のGFPフレーム転送装置。

【請求項12】 前記GFPフレーム転送装置が前記GFPネットワークから前記GFPパスフレームを受信した場合、前記GFPパスフレームの前記拡張ヘッダ領域内に格納された前記ラベルに対応する前記GFPフレーム転送装置の出力ポートを同定し、前記GFPパスフレームが前記同定された出力ポートに接続された伝送路を介して前記GFPネットワークに送出されるように前記GFPパスフレームを前記同定された出力ポートへとスイッチングするラベルスイッチング手段をさらに備えたことを特徴とする請求項1から11のいずれか1項に記載のGFPフレーム転送装置。

【請求項13】 前記サブネットワークは、Ethernetであることを特徴とする請求項5記載のGFPフレーム転送装置。

【請求項14】 前記パケット抽出手段は、前記EthernetのEthernetフレームのペイロードから前記パケットを抽出することを特徴とする請求項13記載のGFPフレーム転送装置。

【請求項15】 前記サブネットワークは、POS (Packet Over SONET) であることを特徴とする請求項5記載のGFPフレーム転送装置。

【請求項16】 前記パケット抽出手段は、前記POSのHDLCLフレームのペイロードから前記パケットを抽出することを特徴とする請求項15記載のGFPフレーム転送装置。

【請求項17】 GFP (Generic Frame Procedure) フレームを転送するGFPフ

10

20

30

40

50

ーム転送装置において、
複数のGFPノードからなるGFPネットワーク内のIngressノードからEgressノードまでのパスを一意に指定するために定義されたパスIDに対応するラベルをその拡張ヘッダ領域内の所定のフィールドに格納し、前記パスを介して転送されるべきパケットをそのペイロードフィールドに格納したGFPパスフレームを前記GFPネットワークから受信するGFPパスフレーム受信手段と、

前記GFPパスフレームの前記拡張ヘッダ領域内に格納された前記ラベルに対応する前記GFPフレーム転送装置の出力ポートを同定し、前記GFPパスフレームが前記同定された出力ポートに接続された伝送路を介して前記GFPネットワークに送出されるように前記GFPパスフレームを前記同定された出力ポートへとスイッチングするラベルスイッチング手段と、
前記ラベルスイッチング手段によりスイッチングされた前記GFPパスフレームを前記同定された出力ポートから前記GFPネットワークに送信するGFPパスフレーム送信手段とを備えたことを特徴とするGFPフレーム転送装置。

【請求項18】 前記GFPパスフレームにおける前記拡張ヘッダ領域の長さが16ビットであることを特徴とする請求項17記載のGFPフレーム転送装置。

【請求項19】 前記拡張ヘッダ領域は、前記ラベルを格納するためのラベルフィールドと、前記GFPパスフレームの廃棄優先度を示すフラグを格納するためのDE(Discard Eligibility)フィールドと、予備用の予備フィールドとを備えることを特徴とする請求項17記載のGFPフレーム転送装置。

【請求項20】 前記ラベルフィールドのサイズが11ビット、

前記DEフィールドのサイズが1ビット、
前記予備フィールドのサイズが4ビットであることを特徴とする請求項19記載のGFPフレーム転送装置。

【請求項21】 前記GFPパスフレーム送信手段は、前記GFPパスフレームを、前記GFPネットワークにおいて前記GFPフレームを収容するOSI参照モデルの第1層のフレームであるレイヤ1フレームに格納し、この前記GFPパスフレームを格納した前記レイヤ1フレームを前記GFPネットワークに送信することを特徴とする請求項17記載のGFPフレーム転送装置。

【請求項22】 前記OSI参照モデルの第1層として、SONET(Synchronous Optical Network)が用いられることを特徴とする請求項11または21記載のGFPフレーム転送装置。

【請求項23】 前記GFPパスフレーム送信手段は、前記SONETのSONETフレームのペイロードに前記GFPパスフレームを格納し、この前記GFPパスフ

フレームを格納した前記SONETフレームを前記GFPネットワークに送信することを特徴とする請求項22記載のGFPフレーム転送装置。

【請求項24】 前記OSI参照モデルの第1層として、OTN(Optical Transport Network)が用いられることを特徴とする請求項11または21記載のGFPフレーム転送装置。

【請求項25】 前記GFPパスフレーム送信手段は、前記OTNのデジタルラッパーフレームのペイロードであるOPUk(Optical channel payload unit)に前記GFPパスフレームを格納し、この前記GFPパスフレームを格納した前記デジタルラッパーフレームを前記GFPネットワークに送信することを特徴とする請求項24記載のGFPフレーム転送装置。

【請求項26】 前記ラベルスイッチング手段は、前記拡張ヘッダ領域内に格納された前記パスIDに対応する前記ラベルを所定の規則に従って書き替えることを特徴とする請求項12または17記載のGFPフレーム転送装置。

【請求項27】 GFP(Generic Frame Procedure)フレームを転送するGFPフレーム転送装置におけるGFPフレーム転送方法において、

複数のGFPノードからなるGFPネットワーク内のIngressノードからEgressノードまでのパスを一意に指定するために定義されたパスIDに対応するラベルを前記GFPフレームの拡張ヘッダ領域内の所定のフィールドに格納し、前記パスを介して転送されるべきパケットを前記GFPフレームのペイロードフィールドに格納してGFPパスフレームを形成するGFPパスフレーム形成工程を備えたことを特徴とするGFPフレーム転送方法。

【請求項28】 前記GFPパスフレーム形成工程において、前記GFPパスフレームにおける前記拡張ヘッダ領域の長さが16ビットとされることを特徴とする請求項27記載のGFPフレーム転送方法。

【請求項29】 前記GFPパスフレーム形成工程において、前記拡張ヘッダ領域内に、

前記ラベルを格納するためのラベルフィールドと、
前記GFPパスフレームの廃棄優先度を示すフラグを格納するためのDE(Discard Eligibility)フィールドと、
予備用の予備フィールドとが設けられることを特徴とする請求項27記載のGFPフレーム転送方法。

【請求項30】 前記GFPパスフレーム形成工程において、

前記ラベルフィールドのサイズが11ビット、
前記DEフィールドのサイズが1ビット、
前記予備フィールドのサイズが4ビットとされることを

特徴とする請求項29記載のGFPフレーム転送方法。

【請求項31】 前記GFPパスフレームの前記ペイロードフィールドに格納されるべきパケットを格納したサブネットワークのフレームを終端し、前記サブネットワークのフレームから前記パケットを抽出するパケット抽出工程をさらに備えたことを特徴とする請求項27から30のいずれか1項に記載のGFPフレーム転送方法。

【請求項32】 前記パケット抽出工程において、前記サブネットワークのフレームから不要な前記サブネットワーク用のオーバーヘッドを除去することにより前記パケットが抽出されることを特徴とする請求項31記載のGFPフレーム転送方法。

【請求項33】 前記GFPパスフレーム形成工程において、前記パケットに格納されたルーティング情報を基に、前記GFPネットワークにおける前記パスIDに対応する前記ラベルが特定されることを特徴とする請求項31記載のGFPフレーム転送方法。

【請求項34】 前記GFPパスフレーム形成工程において、前記パケットに格納されたルーティング情報、および前記GFPフレーム転送装置に前記パケットが入力された際の入力ポートを基に、前記GFPネットワークにおける前記パスIDに対応する前記ラベルが特定されることを特徴とする請求項31記載のGFPフレーム転送方法。

【請求項35】 前記パケットはEthernet MACフレームであり、前記ルーティング情報は前記Ethernet MACフレームに格納されたDA(Destination Address)であることを特徴とする請求項33または34記載のGFPフレーム転送方法。

【請求項36】 前記パケットはIPパケットであり、前記ルーティング情報は前記IPパケットに格納されたDA(Destination Address)であることを特徴とする請求項33または34記載のGFPフレーム転送方法。

【請求項37】 前記GFPパスフレーム形成工程により形成された前記GFPパスフレームを、前記GFPネットワークにおいて前記GFPフレームを収容するOSI参照モデルの第1層のフレームであるレイヤ1フレームに格納し、この前記GFPパスフレームを格納した前記レイヤ1フレームを、前記GFPフレーム転送装置の前記ラベルに対応した出力ポートから前記GFPネットワークに送信するGFPパスフレーム送信工程をさらに備えたことを請求項27から36のいずれか1項に記載のGFPフレーム転送方法。

【請求項38】 前記GFPフレーム転送装置が前記GFPネットワークから前記GFPパスフレームを受信した場合、前記GFPパスフレームの前記拡張ヘッダ領域内に格納された前記ラベルに対応する前記GFPフレーム転送装置の出力ポートを同定し、前記GFPパスフ

ームが前記同定された出力ポートに接続された伝送路を介して前記GFPネットワークに送出されるように前記GFPパスフレームを前記同定された出力ポートへとスイッチングするラベルスイッチング工程をさらに備えたことを特徴とする請求項27から37のいずれか1項に記載のGFPフレーム転送方法。

【請求項39】 前記サブネットワークは、Ethernetであることを特徴とする請求項31記載のGFPフレーム転送方法。

【請求項40】 前記パケット抽出工程において、前記EthernetのEthernetフレームのペイロードから前記パケットが抽出されることを特徴とする請求項39記載のGFPフレーム転送方法。

【請求項41】 前記サブネットワークは、POS(Packet Over SONET)であることを特徴とする請求項31記載のGFPフレーム転送方法。

【請求項42】 前記パケット抽出工程において、前記POSのHDLCフレームのペイロードから前記パケットが抽出されることを特徴とする請求項41記載のGFPフレーム転送方法。

【請求項43】 GFP(Generic Frame Procedure)フレームを転送するGFPフレーム転送装置におけるGFPフレーム転送方法において、

複数のGFPノードからなるGFPネットワーク内のIngressノードからEgressノードまでのパスを一意に指定するために定義されたパスIDに対応するラベルをその拡張ヘッダ領域内の所定のフィールドに格納し、前記パスを介して転送されるべきパケットをそのペイロードフィールドに格納したGFPパスフレームを前記GFPネットワークから受信するGFPパスフレーム受信工程と、

前記GFPパスフレームの前記拡張ヘッダ領域内に格納された前記ラベルに対応する前記GFPフレーム転送装置の出力ポートを同定し、前記GFPパスフレームが前記同定された出力ポートに接続された伝送路を介して前記GFPネットワークに送出されるように前記GFPパスフレームを前記同定された出力ポートへとスイッチングするラベルスイッチング工程と、

前記ラベルスイッチング工程によりスイッチングされた前記GFPパスフレームを前記同定された出力ポートから前記GFPネットワークに送信するGFPパスフレーム送信工程とを備えたことを特徴とするGFPフレーム転送方法。

【請求項44】 前記GFPパスフレームにおける前記拡張ヘッダ領域の長さが16ビットであることを特徴とする請求項43記載のGFPフレーム転送方法。

【請求項45】 前記拡張ヘッダ領域は、前記ラベルを格納するためのラベルフィールドと、前記GFPパスフレームの廃棄優先度を示すフラグを格

10

20

30

40

50

納するためのDE (Discard Eligibility) フィールドと、
予備用の予備フィールドとを備えることを特徴とする請求項43記載のGFPフレーム転送方法。

【請求項46】 前記ラベルフィールドのサイズが11ビット、
前記DEフィールドのサイズが1ビット、
前記予備フィールドのサイズが4ビットであることを特徴とする請求項45記載のGFPフレーム転送方法。

【請求項47】 前記GFPパスフレーム送信工程において、前記GFPパスフレームは、前記GFPネットワークにおいて前記GFPフレームを収容するOSI参照モデルの第1層のフレームであるレイヤ1フレームに格納され、この前記GFPパスフレームを格納した前記レイヤ1フレームが前記GFPネットワークに送信されることを特徴とする請求項43記載のGFPフレーム転送方法。

【請求項48】 前記OSI参照モデルの第1層として、SONET (Synchronous Optical Network) が用いられることを特徴とする請求項37または47記載のGFPフレーム転送方法。

【請求項49】 前記GFPパスフレーム送信工程において、前記SONETのSONETフレームのペイロードに前記GFPパスフレームが格納され、この前記GFPパスフレームを格納した前記SONETフレームが前記GFPネットワークに送信されることを特徴とする請求項48記載のGFPフレーム転送方法。

【請求項50】 前記OSI参照モデルの第1層として、OTN (Optical Transport Network) が用いられることを特徴とする請求項37または47記載のGFPフレーム転送方法。

【請求項51】 前記GFPパスフレーム送信工程において、前記OTNのデジタルラッパーフレームのペイロードであるOPUk (Optical channel payload unit) に前記GFPパスフレームが格納され、この前記GFPパスフレームを格納した前記デジタルラッパーフレームが前記GFPネットワークに送信されることを特徴とする請求項50記載のGFPフレーム転送方法。

【請求項52】 前記ラベルスイッチング工程において、前記拡張ヘッダ領域内に格納された前記パスIDに対応する前記ラベルが所定の規則に従って書き替えられることを特徴とする請求項38または43記載のGFPフレーム転送方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明はGFP (Generic Frame Procedure) フレームを転送するためのGFPフレーム転送装置およびGFPフレーム転送方法に関し、特に、GFPフレームの柔軟なラ

ーディング、オーバーヘッドの低減、広範囲なアプリケーションの収容等を実現してGFPの有用性を拡張することが可能なGFPフレーム転送装置およびGFPフレーム転送方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 近年、インターネットの急速な拡大に伴い、IP (Internet Protocol) パケット等のデータ系のトラヒックが著しく増大している。このようなデータ系トラヒックの効率的な転送を実現するためには、従来の電話網等の音声ネットワークに適合して設計されていたネットワーク構成や機器を、データ系トラヒックの転送に適した形態に変更していくことが必要であり、とりわけ、可変長パケットの転送に適した形態への変更が求められている。

【0003】 従来より、広域公衆網 (Wide Area Network: WAN) におけるデジタルネットワーク網としてSONET/SDH (Synchronous Optical Network/ Synchronous Digital Hierarchy) が存在する。このSONET/SDHでは音声信号の収容に適したデータ構造が採用されていたが、近年のデータ系トラヒックの増大に伴い、SONET/SDH上でデータ系トラヒックを効率よく転送するための技術が検討され始めている。

【0004】 そのような技術の一つとして、GFP (Generic Frame Procedure) がある。このGFPは、SONET/SDHに加えて波長分割多重 (Wavelength Division Multiplexing: WDM) を使用するOTN (Optical Transport Network) において様々なプロトコルの可変長パケットを収容するための、汎用カプセル化技術・アダプテーション技術であり、GFPの技術内容は、アメリカ合衆国T1委員会の技術委員会の一つであるT1X1.5における寄書「T1X1.5/2000-209" Generic Framing Procedure (GFP) Specification"」(以下、「寄書(1)」という)に開示されている。

【0005】 図13は、上記GFPのプロトコルスタックを示す図である。このように、GFPはGFP payload dependent sub-layerとGFP payload independent sub-layerから構成され、様々なユーザプロトコル (加入者ネットワークのプロトコル: Ethernet、HDLC、Token Ring等) を、この加入者ネットワークとインターフェースするエッジノードにおいて収容し、これをtransparentに転送する技術である。

【0006】 図14は、GFPの基本フレームフォーマットを示す図であり、図14に示すGFPフレームは、

4バイトのコアヘッダ (Core Header)、可変長 (4~65535バイト) のペイロードエリア (Payload Area)、および4バイトのFCS (Frame Check Sequence) フィールドより構成されている。

【0007】上記コアヘッダは、図15に示すように、各2バイトのPLI (PDU Length Indicator) フィールドおよびcHEC (core Header Error Control) フィールドを含む。このPLIは、上記ペイロードエリアの長さ (バイト数) を示し、cHECは、前記PLIフィールドに対してCRC16計算を行った結果を示し、コアヘッダ内の情報の完全性を保護するためのものである。

【0008】また、前記ペイロードエリアは、図16に示すように、ペイロードヘッダ (Payload Header) およびペイロード (Payload) フィールド (以下、単に「ペイロード」という) により構成される。ペイロードヘッダは4~64バイトの可変長であり、ペイロードは0~65535バイトの可変長である。このペイロードエリア内のペイロードに、転送対象となる情報が格納される。

【0009】また、前記FCSフィールドは、図17に示す4バイト固定長のフィールドであり、前記ペイロードエリア全体に対してFCS計算 (CRC32計算の一種) を行った結果を示し、ペイロードエリアの内容の保護に用いられる。

【0010】図18は、GFPポイントtoポイントフレーム (リニアフレーム) (ポイントtoポイント接続 (2個のノード間の接続) において使用されるGFPフレーム) におけるペイロードヘッダを示す図であり、このリニアフレームのペイロードヘッダは、Typeフィールド、tHEC (type Header Error Control) フィールド、拡張ヘッダ (Extension Headers) としてのDP (Destination Port) およびSP (Source Port)、およびeHEC (extension Header Error Control) フィールドを有している。上記Typeは、GFPフレームフォーマットの種別やペイロードフィールドに格納されるデータの上位レイヤのプロトコル種別を示す。tHECは、前記Typeフィールドに対するCRC16計算結果を示し、Typeフィールド内の情報の完全性を保護するために用いられる。DP (宛先ポート番号) は、Egress側のGFPエッジノードが有する16個のポートのうちの1つを示し、当該GFPフレームに格納されたユーザパケットのEgress側GFPエッジノードからの出力先を示す。SP (送信元ポート番号) は、Ingress側のGFPエッジノードが有する16個のポートのうちの1つを示し、当該GFPフレームに格納されたユーザパケットのEgress側GFPエッジ

ノードからの出力先を示す。eHECは、上記拡張ヘッダ (TypeとtHECは含まない) に対するCRC16計算結果を示し、拡張ヘッダ内の情報の完全性を保護するために用いられる。

【0011】図19は、GFPリングフレーム (リング接続において使用されるGFPフレーム) におけるペイロードヘッダを示す図であり、このリングフレームのペイロードヘッダは、Typeフィールド、tHECフィールド、DPフィールド、SPフィールド、eHECフィールドを図18のリニアフレームのペイロードヘッダと同様に備える他、拡張ヘッダ (図19におけるoctet #5~#20) において、PriorityフィールドとしてのDE (Discard Eligibility) およびCOS (Class Of Service)、TTL (Time To Live) フィールド、宛先MAC (Destination Media Access Control) アドレス (DST MAC)、および送信元MAC (Source Media Access Control) アドレス (SRC MAC) をさらに有している。上記DEは、GFPフレームの廃棄の優先度を示し、COS (Class Of Service) の詳細な使用法は検討中である。TTLはGFP転送 (GFP hops) の残り回数を示す8ビット領域であり、例えばTTL=0は、GFPフレームが次のGFPノードで終端されることを示す。宛先MACアドレスは、宛先GFPノードのアドレスを示す6バイトのフィールドであり、送信元MACアドレスは、送信元GFPノードのアドレスを示す6バイトのフィールドである。

【0012】GFPでは、ペイロードヘッダ内のTypeフィールドによりアダプテーションの種別が指定され、さらに個々のアダプテーションに即した情報をペイロードヘッダ内に定義することが可能である。現在、上記のように、ポイントtoポイントフレームおよびリングフレームを想定したアダプテーションが提案されており、各々の特徴は以下のようなものである。・ポイントtoポイントフレーム・・・複数のユーザプロトコルのストリームをIngressのSONETノードで多重し、EgressのSONETノードに転送する。ストリームの多重を識別するために、ペイロードヘッダ内にポートアドレス (SP, DP) を用意する。ペイロードヘッダ内にSONETノードを識別するアドレス情報が存在しないため、中継ノードではGFPフレーム単位のルーティングを行うことができない。・リングフレーム・・・SONETリングのトポロジー上に共有バスのなリングを構築し、イーサネット-likeなパケット転送をクライアントに提供する。リング内の転送を実現するために、ペイロードヘッダ内にSONETノードを識別するためのMACアドレスを用意する。

【0013】上記GFPに、Gigabit Eth

rnet、ESCON、ファイバーチャネル(Fiber Channel)、FICON等を収容するアダプテーション方法が、上記寄書(1)、および寄書「T1X1.5/2000-210, A Proposed Format for the GFP Type Field, Oct. 2000」(以下、寄書(2)という)、および寄書「T1X1.5/2000-197, Transparent GFP Mappings For Fiber Channel and ESCON, Oct. 2000」(以下、寄書(3)という)において報告されている。

【0014】

【発明が解決しようとする課題】しかし、これらの寄書で考慮されているネットワークモデルは、上記のようなポイントtoポイント接続もしくはリング接続のみである。しかしながら、寄書「T1X1.5/2000-127R1, Report of the Break out Group on Data over SONET, Oct. 2000」(以下、寄書(4)という)に示されているGFPの究極の目的を考慮すると、さまざまなネットワークポロジータ上で、異なるユーザデータを多重しつつ、ネットエクспанション(Net Expansion)を生じさせずにユーザトラヒックを転送する必要がある。

【0015】上記寄書(4)で示すような多様なネットワークポロジータ上における柔軟な転送を実現するためには、既存のアダプテーションではいくつかの問題がある。新しいアダプテーションの満たすべき基準は以下のようなものである。

- ・オーバーヘッド・・・ネットエクспанションを起こさないようにユーザデータをGFPフレームにカプセル化する必要がある。特にペイロードヘッダのオーバーヘッドを小さくすることが重要である。

- ・多重・・・複数のユーザストリームを多重して転送するために、個々のユーザストリームを識別可能な仕組みが必要となる。

- ・ルーティング・・・柔軟なネットワークポロジータ上での転送を実現するために、GFPフレームにはルーティング可能なアドレス情報が必要である。

【0016】現状の電気通信ネットワークにおけるアプリケーションには、connection-oriented, 論理的にポイントtoポイントの接続形態、ラベルを使用したスイッチング、複数のユーザストリームを多重して転送、等の特徴がある。

【0017】代表的なアプリケーションとして、ATM、Frame Relay、MPLS等が挙げられる。いずれも、connection-orientedなend-to-endのパスが存在し、パケット、セル毎に付与されるラベルに従って転送される。このようなconnection-orientedなパスの

定義は、前記寄書(4)にあるように、多様なトポロジー上(マルチリング間接続、DCSも経由する接続等)で柔軟な転送を行う場合に有効である。これらの転送方式は、基本的にポイントtoポイントの論理リンクでありながら、複数リンクを多重する事による統計多重効果を狙うことが可能である。

【0018】また、現在MPLSを含むルータ間のパケットデータの転送にはPOS(Packet Over SONET)がよく使用されている。POSはルータ間をポイントtoポイントでCBR(Constant Bit Rate)的に接続する形態であるが、常時ユーザが100%の帯域を利用しているとは限らない。そこで一つのSONETパス上にPOSを収容しつつ余剰帯域を他のベストエフォートトラヒックに利用させるアプリケーションが考えられる。SONETパス内のPOS接続のユーザに対しては優先制御によるピーク速度の帯域保証を行うことでQoS(Quality of Service)を確保する。GFPの共通カプセル化によってIP(POS)とベストエフォートトラヒックの多重が可能となれば統計多重効果によってリンクの利用率が向上させることが可能である。

【0019】このようにconnection-orientedでラベル多重のトラヒックの需要は多いと予想される。しかしこのようなトラヒックをGFPで規定済のフレームフォーマットで収容するには、次に挙げる問題点がある。

【0020】・ポイントtoポイントフレームは、柔軟なend-to-endの転送を実現できない。ポイントtoポイントフレームは、転送先のSONETノードを特定するアドレス情報を持たないため、中継ノードがGFPフレーム単位のルーティングを実行することができない。Ingressノードにて多重されたユーザストリームは、STMパス上でEgressノードまで転送されなければならない。Egressノードでは、ポートアドレスに基づいて個々のストリームが所定のTributary(加入者ネットワーク等)へと転送される。

【0021】・リングフレームはEthernet以外のapplicationにおいて、非常に大きなオーバーヘッドをもたらす、ネットエクспанションを引き起こす。図20に示すように、HDLCLフレーミングによるユーザインタフェースをリングフレームにカプセル化する場合、50%近いオーバーヘッドが発生し、極めて大きなネットエクспанションを引き起こす。なお、ポイントtoポイントフレームにおいてもオーバーヘッドは発生するが、20%程度にとどまっている。

【0022】・リングフレームでは、ingressノードで多数のユーザストリームを多重する場合に、個々のユーザストリームを識別することができない。リングフレームのMACアドレスはSONETノードのアドレ

スを特定するのみである。ポート別にユーザを収容すれば、Tributary側のユーザストリームをポート番号で識別することが可能であるが、その最大数は16に制限される。従って、例えば図21に示すように、多数のユーザストリームが多重化されてEgressノードに転送される場合、EgressノードはGFPよりさらに上位のレイヤを終端する必要がある、装置コストの増大、GFPフレームの利便性の低下が生じる。

【0023】・リングフレームでは、パスを簡単に識別することができない。リングフレームのMACアドレスは送信元ノードのアドレスと宛先ノードのアドレスのみを示し、送信元ノードから宛先ノードまでの経路を示す情報ではない。リングフレームにおいて、connection-orientedなパスに対する管理を行うためには、送信元のMACアドレスと宛先のMACアドレスのペアを、網内で規定されるパスIDに変換して管理する必要があり、SONETノードやネットワーク全体のコストを上げることになる。

【0024】この発明は上記課題を解決するためのものであり、ポイントtoポイント接続、リング接続以外の複雑なネットワークポロジにおいても柔軟でconnection-orientedなGFPフレームの転送を可能とし、また、オーバーヘッドの削減、複数のユーザストリームの多重／分離等を実現してGFPの有用性を改善することが可能なGFPフレーム転送装置およびGFPフレーム転送方法を提供することを目的とする。

【0025】

【課題を解決するための手段】請求項1記載のGFPフレーム転送装置は、GFP (Generic Frame Procedure) フレームを転送するGFPフレーム転送装置において、複数のGFPノードからなるGFPネットワーク内のIngressノードからEgressノードまでのパスを一意に指定するために定義されたパスIDに対応するラベルを前記GFPフレームの拡張ヘッダ領域内の所定のフィールドに格納し、前記パスを介して転送されるべきパケットを前記GFPフレームのペイロードフィールドに格納してGFPパスフレームを形成するGFPパスフレーム形成手段を備えるようにしたものである。

【0026】請求項2記載のGFPフレーム転送装置は、請求項1記載のGFPフレーム転送装置において、前記GFPパスフレーム形成手段が、前記GFPパスフレームにおける前記拡張ヘッダ領域の長さを16ビットとするようにしたものである。

【0027】請求項3記載のGFPフレーム転送装置は、請求項1記載のGFPフレーム転送装置において、前記GFPパスフレーム形成手段が、前記拡張ヘッダ領域内に、前記ラベルを格納するためのラベルフィールドと、前記GFPパスフレームの廃棄優先度を示すフラグ

を格納するためのDE (Discard Eligibility) フィールドと、予備用の予備フィールドとを設けるようにしたものである。

【0028】請求項4記載のGFPフレーム転送装置は、請求項3記載のGFPフレーム転送装置において、前記GFPパスフレーム形成手段が、前記ラベルフィールドのサイズを11ビット、前記DEフィールドのサイズを1ビット、前記予備フィールドのサイズを4ビットとするようにしたものである。

【0029】請求項5記載のGFPフレーム転送装置は、請求項1から4のいずれか1項に記載のGFPフレーム転送装置において、前記GFPパスフレームの前記ペイロードフィールドに格納されるべきパケットを格納したサブネットワークのフレームを終端し、前記サブネットワークのフレームから前記パケットを抽出するパケット抽出手段をさらに備えるようにしたものである。

【0030】請求項6記載のGFPフレーム転送装置は、請求項5記載のGFPフレーム転送装置において、前記パケット抽出手段が、前記サブネットワークのフレームから不要な前記サブネットワーク用のオーバーヘッドを除去することにより前記パケットを抽出するよう

にしたものである。

【0031】請求項7記載のGFPフレーム転送装置は、請求項5記載のGFPフレーム転送装置において、前記GFPパスフレーム形成手段が、前記パケットに格納されたルーティング情報を基に、前記GFPネットワークにおける前記パスIDに対応する前記ラベルを特定するよう

にしたものである。

【0032】請求項8記載のGFPフレーム転送装置は、請求項5記載のGFPフレーム転送装置において、前記GFPパスフレーム形成手段が、前記パケットに格納されたルーティング情報、および前記GFPフレーム転送装置に前記パケットが入力された際の入力ポートを基に、前記GFPネットワークにおける前記パスIDに対応する前記ラベルを特定するよう

にしたものである。

【0033】請求項9記載のGFPフレーム転送装置は、請求項7または8記載のGFPフレーム転送装置において、前記パケットとしてEthernet MACフレームを収容し、前記ルーティング情報として前記Ethernet MACフレームに格納されたDA (Destination Address) を用いるよう

にしたものである。

【0034】請求項10記載のGFPフレーム転送装置は、請求項7または8記載のGFPフレーム転送装置において、前記パケットとしてIPパケットを収容し、前記ルーティング情報として前記IPパケットに格納されたDA (Destination Address) を用いるよう

にしたものである。

【0035】請求項11記載のGFPフレーム転送装置は、請求項1から10のいずれか1項に記載のGFPフ

フレーム転送装置において、前記 G F P パスフレーム形成手段により形成された前記 G F P パスフレームを前記 G F P ネットワークにおいて前記 G F P フレームを収容する O S I 参照モデルの第 1 層のフレームであるレイヤ 1 フレームに格納し、この前記 G F P パスフレームを格納した前記レイヤ 1 フレームを前記 G F P フレーム転送装置の前記ラベルに対応した出力ポートから前記 G F P ネットワークに送信する G F P パスフレーム送信手段をさらに備えるようにしたものである。

【0036】請求項 12 記載の G F P フレーム転送装置は、請求項 1 から 11 のいずれか 1 項に記載の G F P フレーム転送装置において、前記 G F P フレーム転送装置が前記 G F P ネットワークから前記 G F P パスフレームを受信した場合に前記 G F P パスフレームの前記拡張ヘッダ領域内に格納された前記ラベルに対応する前記 G F P フレーム転送装置の出力ポートを同定し、前記 G F P パスフレームが前記同定された出力ポートに接続された伝送路を介して前記 G F P ネットワークに送出されるように前記 G F P パスフレームを前記同定された出力ポートへとスイッチングするラベルスイッチング手段をさらに備えるようにしたものである。

【0037】請求項 13 記載の G F P フレーム転送装置は、請求項 5 記載の G F P フレーム転送装置において、前記サブネットワークとして E t h e r n e t を収容するようにしたものである。

【0038】請求項 14 記載の G F P フレーム転送装置は、請求項 13 記載の G F P フレーム転送装置において、前記パケット抽出手段が、前記 E t h e r n e t の E t h e r n e t フレームのペイロードから前記パケットを抽出するようにしたものである。

【0039】請求項 15 記載の G F P フレーム転送装置は、請求項 5 記載の G F P フレーム転送装置において、前記サブネットワークとして P O S (P a c k e t O v e r S O N E T) を収容するようにしたものである。

【0040】請求項 16 記載の G F P フレーム転送装置は、請求項 15 記載の G F P フレーム転送装置において、前記パケット抽出手段が、前記 P O S の H D L C フレームのペイロードから前記パケットを抽出するようにしたものである。

【0041】請求項 17 記載の G F P フレーム転送装置は、G F P (G e n e r i c F r a m e P r o c e d u r e) フレームを転送する G F P フレーム転送装置において、複数の G F P ノードからなる G F P ネットワーク内の I n g r e s s ノードから E g r e s s ノードまでのパスを一意に指定するために定義されたパス ID に対応するラベルをその拡張ヘッダ領域内の所定のフィールドに格納し、前記パスを介して転送されるべきパケットをそのペイロードフィールドに格納した G F P パスフレームを前記 G F P ネットワークから受信する G F P

パスフレーム受信手段と、前記 G F P パスフレームの前記拡張ヘッダ領域内に格納された前記ラベルに対応する前記 G F P フレーム転送装置の出力ポートを同定し、前記 G F P パスフレームが前記同定された出力ポートに接続された伝送路を介して前記 G F P ネットワークに送出されるように前記 G F P パスフレームを前記同定された出力ポートへとスイッチングするラベルスイッチング手段と、前記ラベルスイッチング手段によりスイッチングされた前記 G F P パスフレームを前記同定された出力ポートから前記 G F P ネットワークに送信する G F P パスフレーム送信手段とを備えるようにしたものである。

【0042】請求項 18 記載の G F P フレーム転送装置は、請求項 17 記載の G F P フレーム転送装置において、前記 G F P パスフレームにおける前記拡張ヘッダ領域の長さが 16 ビットであるようにしたものである。

【0043】請求項 19 記載の G F P フレーム転送装置は、請求項 17 記載の G F P フレーム転送装置において、前記拡張ヘッダ領域が、前記ラベルを格納するためのラベルフィールドと、前記 G F P パスフレームの廃棄優先度を示すフラグを格納するための D E (D i s c a r d E l i g i b i l i t y) フィールドと、予備用の予備フィールドとを備えるようにしたものである。

【0044】請求項 20 記載の G F P フレーム転送装置は、請求項 19 記載の G F P フレーム転送装置において、前記ラベルフィールドのサイズが 11 ビット、前記 D E フィールドのサイズが 1 ビット、前記予備フィールドのサイズが 4 ビットであるようにしたものである。

【0045】請求項 21 記載の G F P フレーム転送装置は、請求項 17 記載の G F P フレーム転送装置において、前記 G F P パスフレーム送信手段が、前記 G F P パスフレームを前記 G F P ネットワークにおいて前記 G F P フレームを収容する O S I 参照モデルの第 1 層のフレームであるレイヤ 1 フレームに格納し、この前記 G F P パスフレームを格納した前記レイヤ 1 フレームを前記 G F P ネットワークに送信するようにしたものである。

【0046】請求項 22 記載の G F P フレーム転送装置は、請求項 11 または 21 記載の G F P フレーム転送装置において、前記 O S I 参照モデルの第 1 層として、S O N E T (S y n c h r o n o u s O p t i c a l N E T w o r k) を用いるようにしたものである。

【0047】請求項 23 記載の G F P フレーム転送装置は、請求項 22 記載の G F P フレーム転送装置において、前記 G F P パスフレーム送信手段が、前記 S O N E T の S O N E T フレームのペイロードに前記 G F P パスフレームを格納し、この前記 G F P パスフレームを格納した前記 S O N E T フレームを前記 G F P ネットワークに送信するようにしたものである。

【0048】請求項 24 記載の G F P フレーム転送装置は、請求項 11 または 21 記載の G F P フレーム転送装置において、前記 O S I 参照モデルの第 1 層として、O

TN (Optical Transport Network) を用いるようにしたものである。

【0049】請求項25記載のGFPフレーム転送装置は、請求項24記載のGFPフレーム転送装置において、前記GFPパスフレーム送信手段が、前記OTNのデジタルラッパーフレームのペイロードであるOPUk (Optical channel payload unit) に前記GFPパスフレームを格納し、この前記GFPパスフレームを格納した前記デジタルラッパーフレームを前記GFPネットワークに送信するようにしたものである。

【0050】請求項26記載のGFPフレーム転送装置は、請求項12または17記載のGFPフレーム転送装置において、前記ラベルスイッチング手段が、前記拡張ヘッダ領域内に格納された前記パスIDに対応する前記ラベルを所定の規則に従って書き替えるようにしたものである。

【0051】請求項27記載のGFPフレーム転送方法は、GFP (Generic Frame Procedure) フレームを転送するGFPフレーム転送装置におけるGFPフレーム転送方法において、複数のGFPノードからなるGFPネットワーク内のIngressノードからEgressノードまでのパスを一意に指定するために定義されたパスIDに対応するラベルを前記GFPフレームの拡張ヘッダ領域内の所定のフィールドに格納し、前記パスを介して転送されるべきパケットを前記GFPフレームのペイロードフィールドに格納してGFPパスフレームを形成するGFPパスフレーム形成工程を備えるようにしたものである。

【0052】請求項28記載のGFPフレーム転送方法は、請求項27記載のGFPフレーム転送方法において、前記GFPパスフレーム形成工程において、前記GFPパスフレームにおける前記拡張ヘッダ領域の長さが16ビットとされるようにしたものである。

【0053】請求項29記載のGFPフレーム転送方法は、請求項27記載のGFPフレーム転送方法において、前記GFPパスフレーム形成工程において、前記拡張ヘッダ領域内に、前記ラベルを格納するためのラベルフィールドと、前記GFPパスフレームの廃棄優先度を示すフラグを格納するためのDE (Discard Eligibility) フィールドと、予備用の予備フィールドとが設けられるようにしたものである。

【0054】請求項30記載のGFPフレーム転送方法は、請求項29記載のGFPフレーム転送方法において、前記GFPパスフレーム形成工程において、前記ラベルフィールドのサイズが11ビット、前記DEフィールドのサイズが1ビット、前記予備フィールドのサイズが4ビットとされるようにしたものである。

【0055】請求項31記載のGFPフレーム転送方法は、請求項27から30のいずれか1項に記載のGFP

フレーム転送方法において、前記GFPパスフレームの前記ペイロードフィールドに格納されるべきパケットを格納したサブネットワークのフレームを終端し、前記サブネットワークのフレームから前記パケットを抽出するパケット抽出工程をさらに備えるようにしたものである。

【0056】請求項32記載のGFPフレーム転送方法は、請求項31記載のGFPフレーム転送方法において、前記パケット抽出工程において、前記サブネットワークのフレームから不要な前記サブネットワーク用のオーバーヘッドを除去することにより前記パケットが抽出されるようにしたものである。

【0057】請求項33記載のGFPフレーム転送方法は、請求項31記載のGFPフレーム転送方法において、前記GFPパスフレーム形成工程において、前記パケットに格納されたルーティング情報を基に、前記GFPネットワークにおける前記パスIDに対応する前記ラベルが特定されるようにしたものである。

【0058】請求項34記載のGFPフレーム転送方法は、請求項31記載のGFPフレーム転送方法において、前記GFPパスフレーム形成工程において、前記パケットに格納されたルーティング情報、および前記GFPフレーム転送装置に前記パケットが入力された際の入力ポートを基に、前記GFPネットワークにおける前記パスIDに対応する前記ラベルが特定されるようにしたものである。

【0059】請求項35記載のGFPフレーム転送方法は、請求項33または34記載のGFPフレーム転送方法において、前記パケットとしてEthernet MACフレームを收容し、前記ルーティング情報として前記Ethernet MACフレームに格納されたDA (Destination Address) を用いるようにしたものである。

【0060】請求項36記載のGFPフレーム転送方法は、請求項33または34記載のGFPフレーム転送方法において、前記パケットとしてIPパケットを收容し、前記ルーティング情報として前記IPパケットに格納されたDA (Destination Address) を用いるようにしたものである。

【0061】請求項37記載のGFPフレーム転送方法は、請求項27から36のいずれか1項に記載のGFPフレーム転送方法において、前記GFPパスフレーム形成工程により形成された前記GFPパスフレームを前記GFPネットワークにおいて前記GFPフレームを收容するOSI参照モデルの第1層のフレームであるレイヤ1フレームに格納し、この前記GFPパスフレームを格納した前記レイヤ1フレームを前記GFPフレーム転送装置の前記ラベルに対応した出力ポートから前記GFPネットワークに送信するGFPパスフレーム送信工程をさらに備えるようにしたものである。

【0062】請求項38記載のGFPフレーム転送方法は、請求項27から37のいずれか1項に記載のGFPフレーム転送方法において、前記GFPフレーム転送装置が前記GFPネットワークから前記GFPパスフレームを受信した場合に前記GFPパスフレームの前記拡張ヘッダ領域内に格納された前記ラベルに対応する前記GFPフレーム転送装置の出力ポートを同定し、前記GFPパスフレームが前記同定された出力ポートに接続された伝送路を介して前記GFPネットワークに送出されるように前記GFPパスフレームを前記同定された出力ポートへとスイッチングするラベルスイッチング工程をさらに備えるようにしたものである。

【0063】請求項39記載のGFPフレーム転送方法は、請求項31記載のGFPフレーム転送方法において、前記サブネットワークとしてEthernetを収容するようにしたものである。

【0064】請求項40記載のGFPフレーム転送方法は、請求項39記載のGFPフレーム転送方法において、前記パケット抽出工程において、前記EthernetのEthernetフレームのペイロードから前記パケットが抽出されるようにしたものである。

【0065】請求項41記載のGFPフレーム転送方法は、請求項31記載のGFPフレーム転送方法において、前記サブネットワークとしてPOS (Packet Over SONET) を収容するようにしたものである。

【0066】請求項42記載のGFPフレーム転送方法は、請求項41記載のGFPフレーム転送方法において、前記パケット抽出工程において、前記POSのHDL Cフレームのペイロードから前記パケットが抽出されるようにしたものである。

【0067】請求項43記載のGFPフレーム転送方法は、GFP (Generic Frame Procedure) フレームを転送するGFPフレーム転送装置におけるGFPフレーム転送方法において、複数のGFPノードからなるGFPネットワーク内のIngressノードからEgressノードまでのパスを一意に指定するために定義されたパスIDに対応するラベルをその拡張ヘッダ領域内の所定のフィールドに格納し、前記パスを介して転送されるべきパケットをそのペイロードフィールドに格納したGFPパスフレームを前記GFPネットワークから受信するGFPパスフレーム受信工程と、前記GFPパスフレームの前記拡張ヘッダ領域内に格納された前記ラベルに対応する前記GFPフレーム転送装置の出力ポートを同定し、前記GFPパスフレームが前記同定された出力ポートに接続された伝送路を介して前記GFPネットワークに送出されるように前記GFPパスフレームを前記同定された出力ポートへとスイッチングするラベルスイッチング工程と、前記ラベルスイッチング工程によりスイッチングされた前記GFPパス

フレームを前記同定された出力ポートから前記GFPネットワークに送信するGFPパスフレーム送信工程とを備えるようにしたものである。

【0068】請求項44記載のGFPフレーム転送方法は、請求項43記載のGFPフレーム転送方法において、前記GFPパスフレームにおける前記拡張ヘッダ領域の長さが16ビットであるようにしたものである。

【0069】請求項45記載のGFPフレーム転送方法は、請求項43記載のGFPフレーム転送方法において、前記拡張ヘッダ領域が、前記ラベルを格納するためのラベルフィールドと、前記GFPパスフレームの廃棄優先度を示すフラグを格納するためのDE (Discard Eligibility) フィールドと、予備用の予備フィールドとを備えるようにしたものである。

【0070】請求項46記載のGFPフレーム転送方法は、請求項45記載のGFPフレーム転送方法において、前記ラベルフィールドのサイズが11ビット、前記DEフィールドのサイズが1ビット、前記予備フィールドのサイズが4ビットであるようにしたものである。

【0071】請求項47記載のGFPフレーム転送方法は、請求項43記載のGFPフレーム転送方法において、前記GFPパスフレーム送信工程において、前記GFPパスフレームが前記GFPネットワークにおいて前記GFPフレームを収容するOSI参照モデルの第1層のフレームであるレイヤ1フレームに格納され、この前記GFPパスフレームを格納した前記レイヤ1フレームが前記GFPネットワークに送信されるようにしたものである。

【0072】請求項48記載のGFPフレーム転送方法は、請求項37または47記載のGFPフレーム転送方法において、前記OSI参照モデルの第1層として、SONET (Synchronous Optical Network) を用いるようにしたものである。

【0073】請求項49記載のGFPフレーム転送方法は、請求項48記載のGFPフレーム転送方法において、前記GFPパスフレーム送信工程において、前記SONETのSONETフレームのペイロードに前記GFPパスフレームが格納され、この前記GFPパスフレームを格納した前記SONETフレームが前記GFPネットワークに送信されるようにしたものである。

【0074】請求項50記載のGFPフレーム転送方法は、請求項37または47記載のGFPフレーム転送方法において、前記OSI参照モデルの第1層として、OTN (Optical Transport Network) を用いるようにしたものである。

【0075】請求項51記載のGFPフレーム転送方法は、請求項50記載のGFPフレーム転送方法において、前記GFPパスフレーム送信工程において、前記OTNのデジタルラッパーフレームのペイロードであるOPUK (Optical channel paylo

ad unit)に前記GFPパズフレームが格納され、この前記GFPパズフレームを格納した前記デジタルラッパーフレームが前記GFPネットワークに送信されるようにしたものである。

【0076】請求項52記載のGFPフレーム転送方法は、請求項38または43記載のGFPフレーム転送方法において、前記ラベルスイッチング工程において、前記拡張ヘッダ領域内に格納された前記パズIDに対応する前記ラベルが所定の規則に従って書き替えられるようにしたものである。

【0077】

【発明の実施の形態】次に、本発明の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。

【0078】実施の形態1. 図1は、本発明の実施の形態1によるGFPフレーム転送装置が転送するGFPフレーム(以下、「GFPパズフレーム」という)のフレームフォーマットの一例を示す図である。図1に示した本実施の形態1で使用されるGFPパズフレームは、図14から図17に示した従来のGFPフレームのフレームフォーマットに準拠した構成を有し、その拡張ヘッダ(Extension Headers)領域(ペイロードヘッダ中の、Type、tHEC、eHECを除いた領域)には、ラベル(Label)フィールド(11ビット)、DE(Discard Eligibility)フィールド(1ビット)、および予備(Reserved)フィールド(4ビット)が設けられている。

【0079】本実施の形態のGFPパズフレームの転送に際しては、リングフレームにおけるMACアドレスやポートアドレス(DP, SP)に代わり、本実施の形態のGFPネットワーク(以下、「GFPパズフレームネットワーク」という)における送信元GFPノードから宛先GFPノードまでの経路を一意に識別するためのパズIDが定義され、上記ラベルフィールドには、このパズIDに対応したラベル値が格納される。

【0080】上記DEフィールドは、図19に示した従来のリングフレームの場合と同様に、GFPパズフレームの廃棄優先度を示すために設けられ、輻輳制御用に用いられる。上記予備フィールドは、予備用に確保された領域である。なお、connection-orientedなフレーム転送においては、運用時にフレームがループして転送されることはないため、従来のリングフレームにおけるTTLフィールドは省略している。

【0081】図2は本発明の実施の形態1によるGFPフレーム転送装置の概略構成を示すブロック図であり、図2を参照すると、本発明の実施の形態1によるGFPエッジノード(GFP edge node)1およびGFPコアノード(GFP core node)2が示されている。

【0082】図3は上記GFPフレーム転送装置により構成されるネットワークシステムの一例(本実施の形態

では以下「GFPパズフレームネットワーク」という)を示すブロック図である。図3の例においては、3個のGFPエッジノード1(E1, E2, E3)および4個のGFPコアノード2(C1, C2, C3, C4)によってGFPパズフレームネットワークが形成されている。GFPエッジノード1には1または複数の加入者ネットワーク(サブネットワーク)が接続されており、GFPコアノード2には加入者ネットワークは接続されていない。

10 【0083】図2に示すGFPエッジノード1は、パケットスイッチ3と、複数の加入者プロトコル終端部4と、複数のGFPパズフレーム終端部5とを備えている。各終端部(4, 5)は、例えばラインカード(LC)として実装される。GFPコアノード2は、パケットスイッチ3と、複数のGFPパズフレーム終端部5とを備えている。なお、GFPコアノード2は加入者側ネットワークと接続されていないため、加入者プロトコル終端部4は有しない。

20 【0084】加入者プロトコル終端部4は、加入者ネットワークで使用しているネットワークプロトコルを終端する部位である。加入者側ネットワークの種類により、加入者プロトコル終端部4の構成および機能は適宜変更される。例えば、ギガビットイーサネット(登録商標)(GbE)のネットワークと接続する場合には、加入者プロトコル終端部4はギガビットイーサネットのフレーム終端処理を行う。また、POS(Packet over SONET)のネットワークと接続する場合には、SONETフレームの終端処理、および、このSONETフレームに格納されていたポイントtoポイントプロトコルのHDLCLikeフレームの終端処理を行う。

30 【0085】GFPパズフレーム終端部5は、GFPフレームを使用するネットワーク(本実施の形態では「GFPパズフレームネットワーク」と呼ぶ)において、GFPフレームを収容するOSI参照モデルの第1層(物理レイヤ)を終端する部位である。GFPパズフレームネットワークのOSI参照モデルの第1層の種類により、GFPパズフレーム終端部5の構成および機能は適宜変更される。例えば、OSI参照モデルの第1層としてSONETが使用され、SONETフレームのペイロード(SPE(Synchronous Payload Envelope))にGFPフレームがマッピングされる場合には、GFPパズフレーム終端部5は、SONETフレーム終端、GFPフレーム抽出・マッピング処理を行う。また、OSI参照モデルの第1層としてWDM(Wavelength Division Multiplex)を利用したOTN(Optical Transport Network)が使用されている、このOTNのフレーム(digital wrapper)のペイロードであるオプティカルチャネルペ

イロードユニット (Optical channel payload unit (OPUk)) にGFPフレームがマッピングされる場合には、GFPパスフレーム終端部5は、digital wrapperフレーム終端、OPUkに対するGFPフレーム抽出・マッピング処理を行う。

【0086】なお、SONETの規格に関しては、ANSI T1.105およびANSI T1.105.02もしくはITU-T G.707に、また、OTNのOPUkに関しては、ITU-T G.709に記載されている。

【0087】図4は、本発明の実施の形態1におけるGFPエッジノード (GFP edge node) 1の詳細な構成の一例を示すブロック図である。GFPエッジノード1は、図2で示した部位の他に、監視制御処理部16を有する。なお、簡単のため、図4のGFPエッジノード1には、加入者プロトコル終端部4とGFPパスフレーム終端部5をそれぞれ1個ずつ示しているが、GFPエッジノード1の1以上の加入者ネットワーク側ポートに対して1以上の加入者プロトコル終端部4が設けられ、また、1以上のGFPパスフレームネットワーク側ポートに対して1以上のGFPパスフレーム終端部5が設けられ、それぞれの終端部(4, 5)がパケットスイッチ3に接続されている。

【0088】加入者プロトコル終端部4は、加入者ネットワークインタフェース部6、受信アダプテーション処理部7、アドレス解決部8、トラヒックメータ9、パケットスイッチインタフェース部10、メモリ11、および送信アダプテーション処理部12を有する。

【0089】加入者ネットワークインタフェース部6は、加入者ネットワークとのユーザパケット (ユーザパケットを格納した加入者ネットワークフレーム) の送受信を行う。加入者ネットワークからユーザパケットを格納した加入者ネットワークフレームを受信した場合には、この加入者ネットワークフレームを終端し、この加入者ネットワークフレームから加入者ネットワーク用の不要なオーバーヘッドを取り外してユーザパケットを抽出し、このユーザパケットを受信アダプテーション処理部7に送る。また、加入者ネットワークへのユーザパケットの送信も後述のようにして行う。

【0090】受信アダプテーション処理部7は、加入者ネットワークインタフェース部6から受信したユーザパケットに、GFPフレームのアダプテーション用のフィールドである「Type」を付与し、このTypeに対してCRC16計算を行って「tHEC」を付与し、そして拡張ヘッダ用の領域を確保する。なお、以下、ユーザパケットを元にして形成中のGFPパスフレームも含めて、「GFPパスフレーム」と呼ぶこととする。

【0091】アドレス解決部8は、このGFPパスフレームのペイロードフィールドに格納されたユーザパケッ

トに格納されている加入者ネットワークの宛先アドレス (User Destination Address) を基にメモリ11を参照し、本GFPパスフレームネットワークにおけるパスIDを特定し、これを基にGFPパスフレーム転送用のラベルをGFPパスフレームの拡張ヘッダ領域に付与し、この拡張ヘッダ領域に対してCRC16計算を行って「eHEC」を付与する。また、本ノード内のパケットスイッチ3における前記パスIDに対応する出力ポートの同定を行う。なお、この加入者ネットワークの宛先アドレス (User Destination Address) とは、例えば前記ユーザパケットがEthernet MACフレームである場合や、POSのHDLCフレームのペイロードから抽出されたIPパケットである場合には、その「Destination Address (DA)」を指す。

【0092】トラヒックメータ9は、監視制御処理部16よりパスID毎に設定された帯域を越えるような過剰トラヒックの流入を監視し、帯域を超過した場合にはGFPパスフレームの読み出しを司る部位 (パケットスイッチインタフェース部10) に対してGFPパスフレームの廃棄、もしくは読出優先度を下げるポリシング制御を指示する。

【0093】パケットスイッチインタフェース部10は、パケットが属するパスIDに割り当てられた網リソース量に依存して転送頻度を変更するスケジューリング機能に従って、パケットスイッチ3を制御する機能を有している。

【0094】メモリ11には、パスID毎に、加入者ネットワークにおける宛先アドレスである「User Destination Address (User Dest Addr)」と、GFPパスフレームネットワーク内での宛先ノードアドレスである「SONET Destination Address (SONET Dest Addr)」と、当該ノードにおける入力ポートを示す「Ingress port」と、GFPパスフレームに付与するパス識別用の出力先でのラベルである「Egress Label」と、当該ノードにおける出力ポートを示す「Egress port」を格納する。これらの情報は、監視制御処理部16から設定される。

【0095】送信アダプテーション処理部12は、パケットスイッチ3によりスイッチングされて本加入者プロトコル終端部4に転送されパケットスイッチインタフェース部10を経由して供給されるGFPパスフレームから、ペイロードヘッダ (Type, tHEC, 拡張ヘッダ, eHEC) を外し、加入者ネットワークインタフェース部6に受け渡す。

【0096】送信アダプテーション処理部12からGFPパスフレームのペイロードエリアのペイロードに格納

されていたパケット（以下、「ユーザパケット」という）を受けた加入者ネットワークインタフェース部6は、このユーザパケットに加入者ネットワーク用のオーバヘッドを付与してこれを加入者ネットワークのフレームに格納し、このユーザパケットが格納されたフレームを加入者ネットワークに送信する。

【0097】一方、GFPパスフレーム終端部5は、GFPパスフレームインターフェース部13、GFPパスフレームフォワーディング解決部14、パケットスイッチインターフェース部10、トラヒックメータ19、およびメモリ15を有する。

【0098】GFPパスフレームインターフェース部13は、GFPパスフレームネットワークとのGFPパスフレーム（GFPパスフレームを格納したSONETフレーム）の送受信を行う。GFPパスフレームネットワークからGFPパスフレームを格納したSONETフレームを受信した場合には、SONETフレームからのGFPパスフレームの抽出、GFPパスフレームからのコアヘッダの取り外し、デスクランブル処理、FCSチェックを行い、このGFPパスフレームをGFPパスフレームフォワーディング解決部14に受け渡す。また、GFPパスフレームネットワークへのGFPパスフレームの送信も後述のようにして行う。

【0099】GFPパスフレームフォワーディング解決部14は、GFPパスフレームインターフェース部13から受信したGFPパスフレームの拡張ヘッダ内のラベルからパケットスイッチ3の出力ポートを特定する。

【0100】パケットスイッチインターフェース部10は、加入者プロトコル終端部4内のパケットスイッチインターフェース部10と同様の機能を有する。

【0101】メモリ15は、パスID毎に、入力されるGFPパスフレームのラベル「Ingress Label」と、出力先ポート「Egress port」を格納する。これらの情報は、監視制御処理部16から設定される。

【0102】トラヒックメータ19は、監視制御処理部16よりパスID毎に設定された帯域を越えるような過剰トラヒックの流入を監視し、帯域を超過した場合にはGFPパスフレームの読み出しを司る部位（GFPパスフレームインターフェース部13）に対してGFPパスフレームの廃棄、もしくは読出優先度を下げるポリシング制御を指示する。

【0103】パケットスイッチ3によりスイッチングされて本GFPパスフレーム終端部5に転送されパケットスイッチインターフェース部10およびトラヒックメータ19を経由して供給されるGFPパスフレームを受けたGFPパスフレームインターフェース部13は、このGFPパスフレームのペイロードエリアに対してFCS計算を行った結果を示すFCS（Frame Check Sequence）フィールドを付与し、コアヘッ

ダを付与し、スクランブル処理を行った後、このGFPパスフレームをSONETフレームのペイロードに格納し、このGFPパスフレームが格納されたSONETフレームをGFPパスフレームネットワークに送信する。

【0104】図5を参照すると、本発明の実施の形態1のGFPノードによって構成されるネットワーク（GFPパスフレームネットワーク）におけるGFPパスフレームによるパケット転送例が示されている。

【0105】図5に示すGFPパスフレームネットワークは、3個のGFPエッジノード1（E1、E2、E3）と4個のGFPコアノード2（C1、C2、C3、C4）から構成されるものである。各GFPエッジノード1は加入者ネットワークとインタフェースしている。各GFPノードは複数のポートを有しており、ポートにはポート番号が付与されている。

【0106】本GFPパスフレームネットワーク上には4本のパケットパス（Packet Path）が設定されている。なお、本例ではパスを片方向として設定しているが、双方向パスとして定義することも可能である。例としてパスID=1のパケットパスについて説明すると、本パケットパスは、GFPエッジノードE1のポート5からGFPコアノードC1、C2を経由して、GFPエッジノードE3のポート1に向かう経路を指定している。他のパスID=2、3、4についても図5に記載の通りの経路を示している。なお、本GFPパスフレームネットワーク上ではOSI参照モデルの第1層としてSONETを使用するものとして説明を行う。

【0107】本実施の形態1では、各パスIDに対して、GFPパスフレームに付与するラベルをGFPパスフレームネットワーク全体で一意に割り当てるグローバルラベル（Global Label）方式を採用している。すなわち、各パス上を転送されるパケットのラベルにはパスを特定する固定値が付与され、GFPパスフレームネットワーク内ではラベルの値の変更は発生しない。例えば、パケットパスID=1のパス上を転送されるパケットのラベルには番号1が付与され、GFPパスフレームネットワーク内ではラベルの値の変更は発生しない。

【0108】本実施の形態1におけるGFPエッジノード1内の動作について図4等を用いて詳細に説明する。

【0109】初めに、加入者ネットワークからユーザパケットが到着し、このユーザパケットを格納したGFPパスフレームがGFPパスフレームネットワークへ送出される場合のGFPエッジノード1の動作について図4および図6を用いて説明する。図6は、上記場合のGFPエッジノード1の主な動作を示すフローチャートである。

【0110】GFPエッジノード1内のある加入者プロトコル終端部4にユーザパケット（ユーザパケットを格納した加入者ネットワークフレーム）が到着すると、そ

の加入者プロトコル終端部4内部の加入者ネットワークインタフェース部6は、この加入者ネットワークフレームの終端処理を行い(ステップS1)、ユーザパケットを抽出する(ステップS2)。この際、加入者ネットワークフレームから加入者ネットワーク用の不要なオーバーヘッドを取り外してユーザパケットを抽出する。この不要なオーバーヘッドとは、例えば加入者ネットワークフレームがEthernet MACフレームである場合には、その「Preamble」および「Start of Frame Delimiter」を指す。

【0111】このユーザパケットが受信アダプテーション処理部7に転送されると、受信アダプテーション処理部7はGFPのTypeフィールドに本パケットのプロトコル種別(Ethernet, Token Ring, HDLC等)を示す値やパスフレームフォーマットを使用する旨の値を設定し、拡張ヘッダに必要な領域を確保して本パケットに付与する(ステップS3)(以下、ユーザパケットを元にして形成中のGFPパスフレームも含めて、「GFPパスフレーム」と呼ぶ。)

【0112】次にアドレス解決部8にGFPパスフレームが転送されると、アドレス解決部8はこのGFPパスフレームのペイロードフィールドに格納されたユーザパケット内の宛先アドレス情報(User Dest Addr)、もしくは「User Dest Addr」と当該ノードにおける入力ポート「Ingress port」とからメモリ11内に格納されているパケットパス情報を検索し、パスIDを同定し、これを基に、GFPパスフレームに付与するラベル(Egress Label)と、自ノードのパケットスイッチ3の出力ポート(Egress Port)を同定する。検索したラベル値を拡張ヘッダ領域内のラベルフィールドに設定し(ステップS4)、この拡張ヘッダ領域に対してCRC16計算を行って「eHEC」を付与する(ステップS5)。

【0113】次にトラヒックメータ9にGFPパスフレームが転送されると、トラヒックメータ9は監視制御処理部16よりパスID毎に設定された帯域を越えるような過剰トラヒックの流入を監視し、帯域を超過した場合は、パケットスイッチインターフェース部10に対してGFPパスフレームの廃棄、もしくは読出優先度を下げるポリシング制御を行うよう指示する。

【0114】次にパケットスイッチインターフェース部10にGFPパスフレームが転送されると、パケットスイッチインターフェース部10はこのGFPパスフレームが属するパスIDに割り当てられた網リソース量に依存して転送頻度を変更するスケジューリング機能に従ってパケットスイッチ3に対して制御を行い、GFPパスフレームを加入者プロトコル終端部4からパケットスイッチ3に転送する。

【0115】GFPパスフレームは、パケットスイッチ

3によってスイッチングされ(ステップS6)、スイッチング先の(前記自ノードのパケットスイッチ3の出力ポート(Egress Port)に対応する)GFPパスフレーム終端部5に転送される。GFPパスフレームは、そのGFPパスフレーム終端部5内部でパケットスイッチインターフェース部10を経由してトラヒックメータ19に到達し、トラヒックメータ19によって前述の帯域監視・流量制限・優先制御がなされる。

【0116】GFPパスフレームインターフェース部13にGFPパスフレームが転送されると、このGFPパスフレームに対して、FCS(Frame Check Sequence)フィールドの生成(ステップS7)およびコアヘッダの生成(ステップS8)、およびスクランブル処理を行った後(ステップS9)、本GFPパスフレームネットワークで使用しているSONETペイロード(SONETフレームのペイロード)へのGFPパスフレームのマッピングを行う(ステップS10)。その後、本GFPパスフレームを格納したSONETフレームは、GFPパスフレーム終端部5からGFPパスフレームネットワークに送出される(ステップS11)。

【0117】なお、本実施の形態では、GFPエッジノード1においてGFPパスフレームのコアヘッダの付け外しがGFPパスフレームインターフェース部13により行われ、GFPエッジノード1内ではコアヘッダを有しないGFPパスフレームが転送・処理されるものと仮定して説明を行う。GFPエッジノード1内でGFPパスフレームの長さ(区切り)を示す情報を伝達する方法としては、長さに関する数値を制御情報としてGFPパスフレームに付けて(多重もしくは別信号として転送)転送する、GFPパスフレームの先頭と末尾を示すフラグ(Flag Bits)を付与する、GFPパスフレームが存在する信号部分を示す(Enable信号的)信号を並行して送る、等の方法を用いることができる。なお、GFPエッジノード1内を、GFPパスフレームにコアヘッダを付けたまま転送して処理することも可能である。

【0118】次に、GFPパスフレームネットワークからGFPパスフレームが到着し、これに格納されていたユーザパケットが加入者ネットワークへ送出される場合のGFPエッジノード1の動作について図4および図7を用いて説明する。図7は、上記場合のGFPエッジノード1の主な動作を示すフローチャートである。

【0119】GFPエッジノード1内のあるGFPパスフレーム終端部5にGFPパスフレーム(GFPパスフレームを格納したSONETフレーム)が到着すると、そのGFPパスフレーム終端部5内部のGFPパスフレームインターフェース部13は、SONETフレームの終端(ステップT1)、およびGFPフレームの抽出(delineation)を行う(ステップT2)。

併せて、GFPフレームからのコアヘッダの取り外し（ステップT3）、デスクランブル処理（ステップT4）、GFPフレームのFCSフィールドのチェック（FCSチェック）を行う（ステップT5）。

【0120】GFPパスフレームがGFPパスフレームフォワーディング解決部14に転送されると、GFPパスフレームフォワーディング解決部14はGFPパスフレームの拡張ヘッダ内のラベルに基づいてメモリ15内に格納されているパケットパス情報を検索し、パスIDを同定し、これを基に、本ノード内での出力先（Egress Port）を同定する（ステップT6）。

【0121】次にパケットスイッチインターフェース部10にGFPパスフレームが転送されると、パケットスイッチインターフェース部10は、そのGFPパスフレームが属するパスIDに割り当てられた網リソース量に依存して転送サービス頻度を変更するスケジューリング機能に従ってパケットスイッチ3を制御し、GFPパスフレーム終端部5からパケットスイッチ3にGFPパスフレームを転送する。

【0122】GFPパスフレームは、パケットスイッチ3によってスイッチングされてスイッチング先の加入者プロトコル終端部4に転送される（ステップT7）。その加入者プロトコル終端部4において、GFPパスフレームはパケットスイッチインターフェース部10を経由して送信アダプテーション処理部12に到達する。送信アダプテーション処理部12は、ペイロードヘッダ（Typeフィールド、tHEC、拡張ヘッダ領域、eHEC）を削除してユーザパケットを形成し（ステップT8）、このユーザパケットを加入者ネットワークインタフェース部6に転送する。

【0123】加入者ネットワークインタフェース部6では、この、ペイロードフィールド中に格納されて転送されて来たユーザパケットの、加入者ネットワークフレームのペイロードへのマッピング（オーバーヘッド付与等）を行う（ステップT9）。その後、このユーザパケットを格納した加入者ネットワークフレームは加入者プロトコル終端部4から、これと接続された加入者ネットワークへ送出される（ステップT10）。

【0124】次に、GFPパスフレームネットワークからGFPパスフレームが到着し、またGFPパスフレームネットワークへ送出される場合のGFPエッジノード1の動作について説明する。

【0125】GFPエッジノード1内のあるGFPパスフレーム終端部5にGFPパスフレーム（GFPパスフレームを格納したSONETフレーム）が到着すると、そのGFPパスフレーム終端部5内部のGFPパスフレームインターフェース部13は、SONETフレームの終端、GFPフレームの抽出（delineation）を行う。併せてGFPフレームからのコアヘッダの取り外し、デスクランブル処理、GFPフレームのFC

Sチェックを行う。

【0126】その後、前述のGFPパスフレーム受信の際のGFPパスフレーム終端部5の処理と同様の処理が行われ、このGFPパスフレームはパケットスイッチ3によりスイッチングされ、出力先ポート（Egress Port）に対応するGFPパスフレーム終端部5に転送される。

【0127】スイッチング先のGFPパスフレーム終端部5では、その後、前述のGFPパスフレーム送信の際のGFPパスフレーム終端部5の処理と同様の処理が行われ、このGFPパスフレーム（GFPパスフレームを格納したSONETフレーム）がGFPパスフレームネットワークに送信される。

【0128】図8は、本発明の実施の形態1におけるGFPコアノード（GFP core node）2の詳細な構成の一例を示すブロック図である。GFPコアノード2は、図2で示した部位の他に、監視制御処理部16を有する。なお、簡単のため、図8のGFPコアノード2には、GFPパスフレーム終端部5を2個のみ示しているが、GFPコアノード2の1以上のGFPパスフレームネットワーク側ポートに対して1以上のGFPパスフレーム終端部5が設けられ、それぞれのGFPパスフレーム終端部5がパケットスイッチ3に接続されている。

【0129】GFPコアノード2の動作は、上記のGFPエッジノード1がGFPパスフレームネットワークからGFPパスフレームを受信してまたGFPパスフレームネットワークへ送出する場合の動作と同様にして行われる。

【0130】図9（a）～（g）は、図5に示す本実施の形態のGFPエッジノードE1、E2、E3およびGFPコアノードC1、C2、C3、C4中のメモリ11、15に格納されているアドレス変換テーブルおよびパケット転送テーブルを示している。

【0131】最初に、図9（a）に示すGFPエッジノードE1のアドレス変換テーブルについて説明する。ユーザパケット内の宛先アドレス（User Dest Addr）が「A」だった場合、対応するGFPパスフレームネットワーク内の宛先ノード（SONET Dest Addr）が「E3」、パスIDが「1」と同定される。併せて、GFPパスフレームに付与するラベル値（Egress Label）が「1」、本ノード内のスイッチの出力ポート番号（Egress Port）が「1」であることが判明する。

【0132】本例では、ユーザパケット内の宛先アドレスが「B」の場合、「A」の場合と同じ宛先ノード、パスID、ラベル値、本ノード内のスイッチの出力ポート番号であることとなる。なお、本例においては、ユーザパケット内の宛先アドレス（User Dest Addr）のみを基にパスIDを同定しているが、宛先アド

レス (User Dest Addr) と、ユーザパケットの本GFPエッジノード1への入力ポート (Ingress port) との2つの情報を基にパスIDを同定するようにすることも可能である。

【0133】次に、図9 (b) に示すGFPコアノードC1の転送テーブルについて説明する。入力したGFPパスフレームのラベル値 (Ingress Label) が「3」だった場合、該当するGFPパスフレームは同じ値のID「3」のパケットパスに所属し、転送先であるスイッチの出力ポート番号 (Egress port) が「2」であることが判明する。

【0134】なお、ユーザパケット内の宛先アドレス (User Dest Addr) がグローバルアドレス (Global address) である場合 (複数の加入者ネットワークの全体で重複なく割り当てられている場合) は、この宛先アドレス (User Dest Addr) から一意にパスIDが決定される。このため、(当該GFPコアノードC1の入力ポートに関する) 「Ingress port」の項目は不要である。

【0135】ユーザパケット内の宛先アドレス (User Dest Addr) がローカルアドレス (Local address) である場合 (各サブネットワーク (各加入者ネットワーク) では重複なく割り当てられているが、複数のサブネットワークの全体では重複があり得る場合)、ポートの先が一つのサブネットワークとなっている際は、「User Dest Addr」と「Ingress port」からパスIDが決定される。

【0136】前述のように本実施の形態1では、各パケットパスIDに対して、これに属するGFPパスフレームに付与するラベルをGFPパスフレームネットワーク全体において一意に割り当ててラベル値の変更を行わないグローバルラベル方式を用いている。このため、図5においてパケットパス#1に属するGFPパスフレームはGFPエッジノードE1でラベル1を付与された後、このラベル1を保持したまま転送される。従って、GFPコアノードC1、GFPコアノードC2、GFPエッジノードE3へと転送され、GFPエッジノードE3のポート1の先にある加入者ネットワークに転送される。

(図9 (a), (b), (c), (g) におけるラベル (Ingress Label) 1に対応する「Egress Port」を参照)。

【0137】同様に、パケットパス#2に属するパケットは、GFPエッジノードE1でラベル2を付与された後、このラベル2を保持したまま転送される。従って、GFPコアノードC3、GFPエッジノードE2へと転送され、GFPエッジノードE2のポート2の先にある加入者ネットワークに転送される (図9 (a),

(d), (f) におけるラベル (Ingress Label) 2に対応する「Egress Port」を参照)。

【0138】また同様に、パケットパス#3に属するパケットは、GFPエッジノードE1でラベル3を付与された後、このラベル3を保持したまま転送される。従って、GFPコアノードC1、GFPコアノードC4、GFPエッジノードE2へと転送され、GFPエッジノードE2のポート2の先にある加入者ネットワークに転送される (図9 (a), (b), (e), (f) におけるラベル (Ingress Label) 3に対応する「Egress Port」を参照)。

【0139】以上説明したように、各パケットパス上に転送されるGFPパスフレームのラベルには、パスを特定する固定値が付与され、GFPパスフレームネットワーク内ではラベルの値の変更は発生しない。各GFPコアノード2ではこのラベルの値を参照してスイッチングを行う。

【0140】以上のように、本発明の実施の形態1によるGFPフレーム転送装置およびGFPフレーム転送方法によれば、GFPパスフレームネットワーク内の送信元GFPノードから宛先GFPノードまでの経路 (パス) を一意に識別するために設定されるパスIDに対応したラベルがGFPパスフレームの拡張ヘッダ領域のラベルフィールドに付与され、このラベルに基づいて、パス上の各GFPノードを介してGFPパスフレームが転送されるため、複雑なネットワークトポロジにおいても柔軟にルーティングを行うことが可能となる。また、このラベルの使用により、各GFPノード (Ingress ノード、中継ノード) において、異なるユーザストリームを容易に多重して転送することが可能となる。

【0141】本実施の形態のGFPパスフレームは、ポイントtoポイントフレームやリングフレームと異なり、上記のようなメッシュ状や、マルチリング状等の複雑なネットワークトポロジに対しても適用可能であり、柔軟なend-to-end転送が実現される。なお、このようにGFPパスフレームを用いたアダプテーションはマルチプルトポロジに対して適用可能であるため、既存のポイントtoポイント接続およびリング接続に対してももちろん適用可能である。

【0142】表1は、HDL Cフレームを使用するPOS (Packet over SONET) を加入者ネットワークとしてGFPネットワークに収容する場合の必要帯域を、リングフレームを使用した場合と本実施の形態のパスフレームを使用した場合とで比較した例を示す。

【0143】

【表1】

	Required Bandwidth	
	Path Frame	Ring Frame
Maximum(IP=40byte)	735Mbps	906Mbps
STS-1(49.92Mbps)	STS-1-15v(748.8Mbps)	STS-1-18v(898.56Mbps)
STS-3c(149.76Mbps)	STS-3c-5v(748.8Mbps)	STS-3c-6v(898.56Mbps)

【0144】表1より明らかなように、本実施の形態のパスフレームの使用により、リングフレーム使用の場合と比較して大幅にオーバーヘッドを削減することが可能である。平均レートが600MbpsのHDLCトラヒックをSTS-1(50Mb/s)によるバーチャルコンカチネーション(Virtual Concatenation)で收容する場合、リングフレームの場合はSTS-1-18vが必要なのに対して、パスフレームの場合はSTS-1-15vで十分に收容可能となる。また、STS-3c(150Mb/s)によるバーチャルコンカチネーションで收容する場合は、リングフレームではSTS-3c-6vが必要であるのに対して、パスフレームではSTS-3c-5vで十分である。なお、バーチャルコンカチネーションの定義等に関しては、T1X1.5における寄書「T1X1.5/2000-193R1」の§3.72、§7.3.2、および§7.3.3に記載されている。

【0145】図10は、Gigabit Ethernetを加入者ネットワークとして收容する場合に発生するオーバーヘッド量をリングフレームと本実施の形態のパスフレームの場合とで比較したグラフである。図10より明らかなように、本実施の形態のパスフレームを用いた收容により、リングフレームによる收容と比べて大幅にオーバーヘッドを削減することが可能である。リングフレームの場合、パケット長が短くなるとSTS-3c-7v(=1048.32Mbps)でも帯域が不足する場合があるのに対して、パスフレームの場合ではSTS-3c-7vで十分收容可能であり、さらに、短パケット側において余裕を持たせることができる。

【0146】パスIDは、GFPパスフレームネットワーク内のGFPノード間のトラヒックに対してのみ規定することもできるが、上記実施の形態に示したように、tributary(ユーザネットワーク等)のノード間のトラヒックに対して規定することも可能である。従って、Egressノードにおける個々のユーザストリームの識別・分離を、GFPレイヤのみで実現することができ、さらに上位レイヤ(IPレイヤ等)の処理を必要とせずにユーザトラヒックの識別・分離を行うことが可能である。

【0147】実施の形態2. 次に本発明の第二の実施の形態について説明する。

【0148】実施の形態2においては、実施の形態1と異なり、ラベルの使用方法として、GFPノード(1,

2)を通過する毎にラベル値を適宜変更するラベルスワッピング(Label Swapping)方式を採用する。

【0149】このため、図4および図8におけるGFPパスフレーム終端部5内のメモリ15に格納されるテーブルの内容が実施の形態1と異なる。メモリ15には、実施の形態1で使用した当該ノードにおける入力ポートでのラベル「Ingress Label」と出力先ポート「Egress port」に加えて、パスID毎に、当該ノードにおける入力ポート「Ingress port」と出力先でのラベル「Egress Label」とが格納される。

【0150】図11を参照すると、本発明の実施の形態2のGFPノードによって構成されるGFPパスフレームネットワークにおけるGFPパスフレームによるパケット転送例が示されている。

【0151】実施の形態2のGFPパスフレームネットワークは、ノード配置、設定パケットパス数と経路は実施の形態1のGFPパスフレームネットワークと同様である。動作としては、ノードを経由する毎にGFPパスフレームに付与されているラベルの値がノードによって適宜変更される場合がある点が実施の形態1と異なる。

【0152】図12(a)～(c)は、図11に示す本実施の形態のGFPエッジノードE1のメモリ11に格納されているアドレス変換テーブル、およびGFPコアノードC1、C4のメモリ15に格納されているパケット転送テーブルを示している。

【0153】例えば、パケットパス#1に属するGFPパスフレームは、GFPエッジノードE1でラベル値(Egress Label)「1」を付与されて、GFPコアノードC1に転送され、GFPコアノードC1でIngress Label「1」に対応するラベル値(Egress Label)「2」を付与されてGFPコアノードC2に転送される。GFPコアノードC2ではIngress Label「2」に対応するラベル値(Egress Label)「3」を付与されてGFPエッジノードE3に転送され、GFPエッジノードE3のポート1の先にある加入者ネットワークに転送される。

【0154】このラベルスワッピング機能を実現するために、GFPノード(1, 2)内の処理も実施の形態1と比較して若干変更される。具体的には、GFPパスフレーム終端部5内のGFPパスフレームフォワーディン

グ解決部 14 の動作が若干異なる。

【0155】GFP パスフレームが GFP パスフレーム
フォワーディング解決部 14 に転送されると、GFP パ
スフレームフォワーディング解決部 14 は当該ノードに
おける入力ポート (Ingress port) と GFP
パスフレームの入力時のラベル値 (Ingress
Label) を基にメモリ 15 内に格納されているパケ
ットパス情報を検索し、パス ID を同定し、GFP パス
フレームに付与する新しいラベル値である「Egress
Label」と、本ノード内での出力先である「Egress
Port」を同定する。検索した「Egress
Label」を GFP パスフレームの「Ingress
Label」と交換 (Label swap) する。

【0156】他の動作は、実施の形態 1 における動作と
同様に行われ、GFP パスフレームの転送が行われ
る。

【0157】以上のように、本発明の実施の形態 2 によ
る GFP フレーム転送装置および GFP フレーム転送方
法においては、前記実施の形態 1 において得られる効果
を、ラベルスワッピング方式を採用しながら得ることが
できる。従って、必要ラベル数がグローバルラベル方式
と比較して少なく済み、同じビット数のラベル領域を
用いる場合、識別して利用可能なパスの数を実施の形態
1 と比較してより多くすることができ、より多くの加入
者を収容することが可能となる。

【0158】なお、上記各実施の形態においては、GF
P パスフレームネットワーク上で OSI 参照モデルの第
1 層として S O N E T を使用した例を示したが、WDM
(O T N) を用いた場合でも同様の転送が可能である。

【0159】また、上記各実施の形態では装置 (GFP
エッジノード 1、GFP コアノード 2) 内の共通フレー
ムとして図 1 に示した GFP パスフレームのフォーマ
ットに準じたフレームを転送・処理していたが、独自の装
置内フレームを定義してこれを装置内で転送・処理する
ことも可能である。

【0160】また、上記各実施の形態の GFP パスフレ
ームとして、図 1 のフレームフォーマットを例に取り説
明したが、上記のようにラベルフィールドを備えた GFP
パスフレームであれば、異なるフレームフォーマット
を採用することももちろん可能である。例えば、ラベル
フィールドの一部の数ビット、または Reserved
フィールドに、COS (Class Of Service) フィールドを設
けて優先制御用に使用する、DP (Destination Port) フィールドを設
けて Egress ノードにおける出力ポートを記述する
等、種々の変更が可能である。

【0161】また、上記各実施の形態では GFP パスフ
レームの拡張ヘッダ領域の長さを 16 ビットとしたが、
これを 8 ビット、24 ビット等にすることも可能であ

り、いずれの場合においても拡張ヘッダの長さが $16 \times 8 = 128$ ビットである GFP リングフレームを使用す
る場合と比較してオーバーヘッドの大幅な削減が可能であ
る。例えば拡張ヘッダ領域の長さを 8 ビットとしてその
中に 5 ビットのラベルフィールドを設けても 32 個のパス
ID に対応するラベルの設定が可能であり、6 ビット
のラベルフィールドを設ければ 64 個のパス ID に対応
するラベルの設定が可能であり、GFP ネットワークの
規模によっては十分運用可能である。このように、GF
P ネットワークの設計要求等に応じて GFP パスフレー
ムフォーマットは適宜変更可能である。

【0162】また、上記各実施の形態におけるパス ID
は、GFP パスフレームネットワーク内の Ingress
ノードから Egress ノードまでのパスを一意に指
定するために GFP パスフレームネットワーク内で一意
に設定されるものであるが、GFP パスフレームネット
ワークの運用において End-to-End パスの設定
・解放が行われる場合などには、例えばパス ID の設定
を時間的に変更するなどの方法を採用することももちろ
ん可能である。

【0163】

【発明の効果】以上のように、本発明の GFP フレーム
転送装置によれば、GFP フレームを転送する GFP フ
レーム転送装置において、複数の GFP ノードからなる
GFP ネットワーク内の Ingress ノードから Eg
ress ノードまでのパスを一意に指定するために定義
されたパス ID に対応するラベルを GFP フレームの拡
張ヘッダ領域内の所定のフィールドに格納し、前記パス
を介して転送されるべきパケットを GFP フレームのペ
イロードフィールドに格納して GFP パスフレームを形
成する GFP パスフレーム形成手段を備えるようにした
ため、各中継ノードは、このパス ID に対応したラベル
を用いて GFP パスフレームのスイッチングおよび転送
を行うことが可能となる。このため、ポイント to ポイ
ントフレームやリングフレームの場合と異なり、メッシ
ュ状や、マルチリング状等の複雑なネットワークポロ
ジーにおいても柔軟なルーティングを行うことが可能と
なり、柔軟な end-to-end 転送を実現することが
できる。なお、このように GFP パスフレーム用いた
アダプテーションはマルチプルポロジーに対して適用
可能であるため、既存のポイント to ポイント接続およ
びリング接続に対してももちろん適用可能である。

【0164】また、このラベルの使用により、各 GFP
ノード (Ingress ノード、中継ノード) におい
て、異なるユーザストリームを容易に多重して転送する
ことが可能となる。パス ID は、GFP パスフレームネ
ットワーク内の GFP ノード間のトラヒックに対しての
み規定することもできるが、上記実施の形態に示したよ
うに、tributary (ユーザネットワーク等) の
ノード間のトラヒックに対して規定することも可能であ

る。従って、Egressノードにおける個々のユーザストリームの識別・分離を、GFPレイヤのみで実現することができ、さらに上位レイヤ（IPレイヤ等）の処理を必要とせずにユーザトラヒックの識別・分離を行うことが可能となる。

【0165】また、GFPパスフレームにおける前記拡張ヘッダ領域の長さは、GFPリングフレーム（拡張ヘッダ長： $16 \times 8 = 128$ ビット）と比較して極めて短く設定することが可能であり、例えば16ビットとすることが可能である。従って、GFPリングフレームを使用する場合と比較して大幅にオーバーヘッドを削減することが可能となる。加入者ネットワーク等のサブネットワークをGFPネットワークに収容する場合のカプセル化に伴うオーバーヘッドをGFPリングフレーム使用の場合と比較して大幅に削減することができ、ネットエクspansionを大幅に低減でき、リンクコストを低減することができる。

【0166】前記拡張ヘッダ領域内には、例えば、前記ラベルを格納するためのラベルフィールドと、GFPパスフレームの廃棄優先度を示すフラグを格納するためのDE（Discard Eligibility）フィールドと、予備用の予備フィールドとが設けられる。各フィールドのサイズは、例えば11ビット、1ビットおよび4ビットとすることができ、ラベルフィールドのサイズは、GFPパスフレームネットワークにおいて設定したいパス（パスID）の数に応じて決定することができる。ラベルフィールドのサイズを例えば上記実施の形態のように11ビットとした場合には、GFPパスフレームネットワークにおいて2048個のパス（パスID）の設定が可能であり、5ビットとしても32個のパス（パスID）の設定が可能である。また、DEフィールドにGFPパスフレームの廃棄優先度を設定することにより、例えばトラフィックが輻輳した場合やFCSチェックでGFPパスフレームのエラーが検出された場合等のGFPパスフレームの廃棄／非廃棄を各GFPノードがDEフィールドの参照により決定することができる。また、予備フィールドを利用して、GFPパスフレームにその他の種々の機能を持たせることも可能である。

【0167】前記サブネットワークとしては、Ethernet、POS（Packet Over SONET）等を収容することが可能であり、サブネットワークとしてEthernetを収容する場合には、例えば、GFPフレーム転送装置の packets 抽出手段によってこのEthernetのEthernetフレームを終端してこのEthernetフレームのペイロードから packets 抽出し、この packets をGFPパスフレームのペイロードフィールドに格納してGFPパスフレームネットワークに送出することができる。また、サブネットワークとしてPOSを収容する場合には、例えば、GFP

Pフレーム転送装置の packets 抽出手段によってこのPOSのHDL Cフレームを終端してこのHDL Cフレームのペイロードから packets を抽出し、この packets をGFPパスフレームのペイロードフィールドに格納してGFPパスフレームネットワークに送出することができる。前記 packets 抽出手段による前記 packets の抽出は、例えば前記サブネットワークのフレームから不要なサブネットワーク用のオーバーヘッドを除去することによって行われる。このように、様々なプロトコルを収容して広範囲なアプリケーションの収容を図ることが可能となる。

【0168】前記GFPパスフレーム形成手段がGFPネットワークにおけるパスIDに対応する前記ラベルを特定する場合には、例えば前記 packets に格納されたルーティング情報を基に、または、前記 packets に格納されたルーティング情報およびGFPフレーム転送装置に前記 packets が入力された際の入力ポートを基に、前記ラベルを特定することができる。このルーティング情報としては、例えば前記 packets としてEthernet MACフレームを収容する場合にはこのEthernet MACフレームに格納されたDA（Destination Address）を、また、前記 packets としてIP packets を収容する場合にもこのIP packets に格納されたDA（Destination Address）を用いることができる。

【0169】前記GFPパスフレーム形成手段により生成されたGFPパスフレームをGFPパスフレーム送信手段がGFP（パスフレーム）ネットワークに送信する場合には、GFPネットワークにおいてGFPフレームを収容するOS I参照モデルの第1層のフレームであるレイヤ1フレームに前記GFPパスフレームを格納し、このGFPパスフレームを格納したレイヤ1フレームをGFPフレーム転送装置の前記ラベルに対応した出力ポートからGFPネットワークに送信するようにすることができる。このOS I参照モデルの第1層としては、SONET（Synchronous Optical Network）、OTN（Optical Transport Network）等を用いることが可能である。前記第1層としてSONETを用いる場合には、GFPパスフレーム送信手段は、SONETのSONETフレームのペイロードにGFPパスフレームを格納し、このGFPパスフレームを格納したSONETフレームをGFPネットワークに送信することができる。また、前記第1層としてOTNを用いる場合には、GFPパスフレーム送信手段は、OTNのデジタルラッパーフレームのペイロードであるOPUk（Optical channel payload unit）にGFPパスフレームを格納し、このGFPパスフレームを格納したデジタルラッパーフレームをGFPネットワークに送信することができる。

【0170】また、本発明の他のGFPフレーム転送装置では、複数のGFPノードからなるGFPネットワーク内のIngressノードからEgressノードまでのパスを一意に指定するために定義されたパスIDに対応するラベルをその拡張ヘッダ領域内の所定のフィールドに格納し、前記パスを介して転送されるべきパケットをそのペイロードフィールドに格納したGFPパズフレームを前記GFPネットワークから受信するGFPパズフレーム受信手段と、前記GFPパズフレームの前記拡張ヘッダ領域内に格納された前記ラベルに対応する前記GFPフレーム転送装置の出力ポートを同定し、前記GFPパズフレームが前記同定された出力ポートに接続された伝送路を介して前記GFPネットワークに送出されるように前記GFPパズフレームを前記同定された出力ポートへとスイッチングするラベルスイッチング手段と、前記ラベルスイッチング手段によりスイッチングされた前記GFPパズフレームを前記同定された出力ポートから前記GFPネットワークに送信するGFPパズフレーム送信手段とを備えるようにしたため、各中継ノードにおいて、GFPパズフレームの転送をラベルを用いて的確に行うことができ、上記のGFPフレーム転送装置の効果のうちGFPパズフレームの転送に関する効果を同様に得ることができる。

【0171】また、各GFPフレーム転送装置において、GFPパズフレームの拡張ヘッダ領域内に格納されたパスIDに対応するラベルを所定の規則に従って書き替えるようにすることも可能であり、その場合には、上記各GFPフレーム転送装置の効果をラベルスワッピング方式を採用しながら得ることができる。この場合、必要ラベル数がグローバルラベル方式と比較して少なく済み、同じビット数のラベル領域を用いる場合には、識別して利用可能なパスの数をグローバルラベル方式の場合と比較してより多くすることができ、より多くの加入者を収容することが可能となる。

【0172】また、本発明の各GFPフレーム転送方法によっても、上記の本発明の各GFPフレーム転送装置の効果と同様の効果を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施の形態1によるGFPフレーム転送装置が転送するGFPフレーム（GFPパズフレーム）のフレームフォーマットの一例を示す図である。

【図2】 本発明の実施の形態1によるGFPフレーム転送装置の概略構成を示すブロック図である。

【図3】 前記GFPフレーム転送装置により構成されるネットワークシステムの一例（GFPパズフレームネットワーク）を示すブロック図である。

【図4】 本発明の実施の形態1におけるGFPエッジノードの詳細な構成の一例を示すブロック図である。

【図5】 本発明の実施の形態1のGFPノードによって構成されるネットワーク（GFPパズフレームネット

ワーク）におけるGFPパズフレームによるパケット転送例を示すブロック図である。

【図6】 加入者ネットワークからユーザパケットが到着し、このユーザパケットを格納したGFPパズフレームがGFPパズフレームネットワークへ送出される場合のGFPエッジノードの主な動作を示すフローチャートである。

【図7】 GFPパズフレームネットワークからGFPパズフレームが到着し、これに格納されていたユーザパケットが加入者ネットワークへ送出される場合のGFPエッジノードの主な動作を示すフローチャートである。

【図8】 本発明の実施の形態1におけるGFPコアノードの詳細な構成の一例を示すブロック図である。

【図9】 図5に示す実施の形態1のGFPエッジノードおよびGFPコアノード中のメモリに格納されているアドレス変換テーブルおよびパケット転送テーブルを示す図である。

【図10】 Gigabit Ethernetを加入者ネットワークとして収容する場合に発生するオーバーヘッド量をリングフレームと実施の形態1のパズフレームの場合とで比較したグラフである。

【図11】 本発明の実施の形態2のGFPノードによって構成されるGFPパズフレームネットワークにおけるGFPパズフレームによるパケット転送例を示すブロック図である。

【図12】 図11に示す実施の形態2のGFPエッジノードのメモリに格納されているアドレス変換テーブル、およびGFPコアノードのメモリに格納されているパケット転送テーブルを示す図である。

【図13】 GFPのプロトコルスタックを示す図である。

【図14】 GFPの基本フレームフォーマットを示す図である。

【図15】 GFPフレームのコアヘッダのフォーマットを示す図である。

【図16】 GFPフレームのペイロードエリアのフォーマットを示す図である。

【図17】 GFPフレームのFCSフィールドのフォーマットを示す図である。

【図18】 GFPポイントtoポイントフレームにおけるペイロードヘッダを示す図である。

【図19】 GFPリングフレームにおけるペイロードヘッダを示す図である。

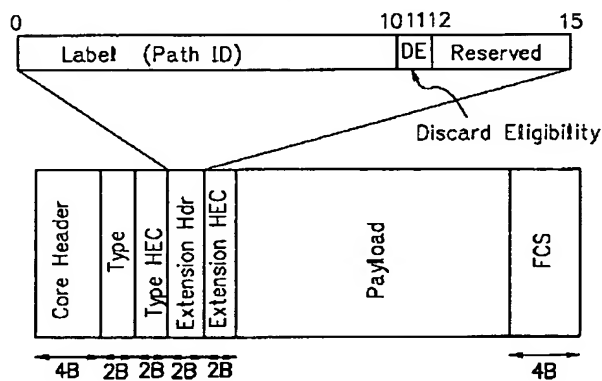
【図20】 HDLCフレーミングによるユーザインタフェースをリングフレームにカプセル化する場合およびポイントtoポイントフレームにカプセル化する場合に発生するオーバーヘッドを示すグラフである。

【図21】 多数のユーザストリームが多重化されて転送される場合の従来の問題点を示す図である。

【符号の説明】

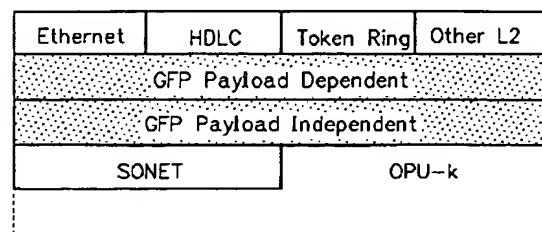
- 1, E1, E2, E3 GFPエッジノード (GFPフレーム転送装置)
 10 パケットスイッチインターフェース部 (ラベルスイッチング手段)
 11 メモリ (GFPパスフレーム形成手段)
 13 GFPパスフレームインターフェース部 (GFPパスフレーム形成手段, GFPパスフレーム送信手段, GFPパスフレーム受信手段)
 14 GFPパスフレームフォワーディング解決部 (ラベルスイッチング手段)

【図1】

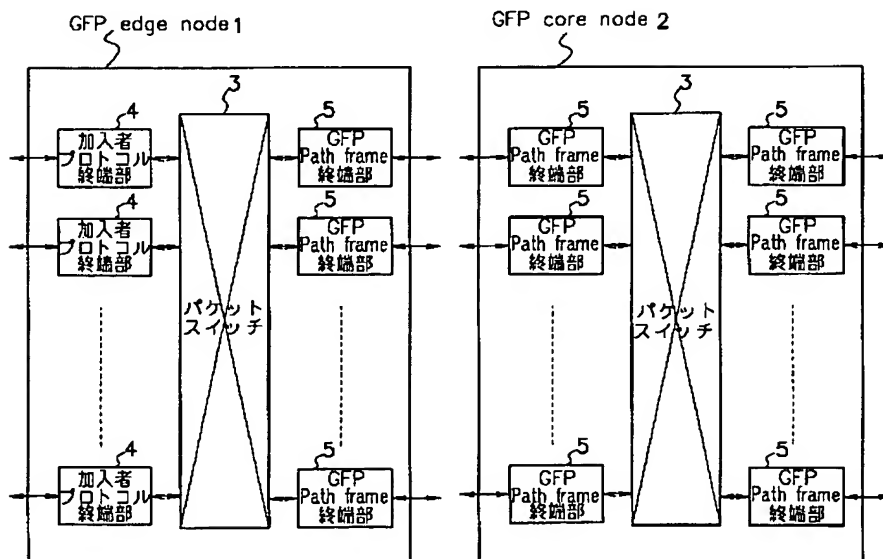


- 15 メモリ (ラベルスイッチング手段)
 2, C1, C2, C3, C4 GFPコアノード (GFPフレーム転送装置)
 3 パケットスイッチ (ラベルスイッチング手段)
 6 加入者ネットワークインタフェース部 (パケット抽出手段)
 7 受信アダプテーション処理部 (GFPパスフレーム形成手段)
 8 アドレス解決部 (GFPパスフレーム形成手段)

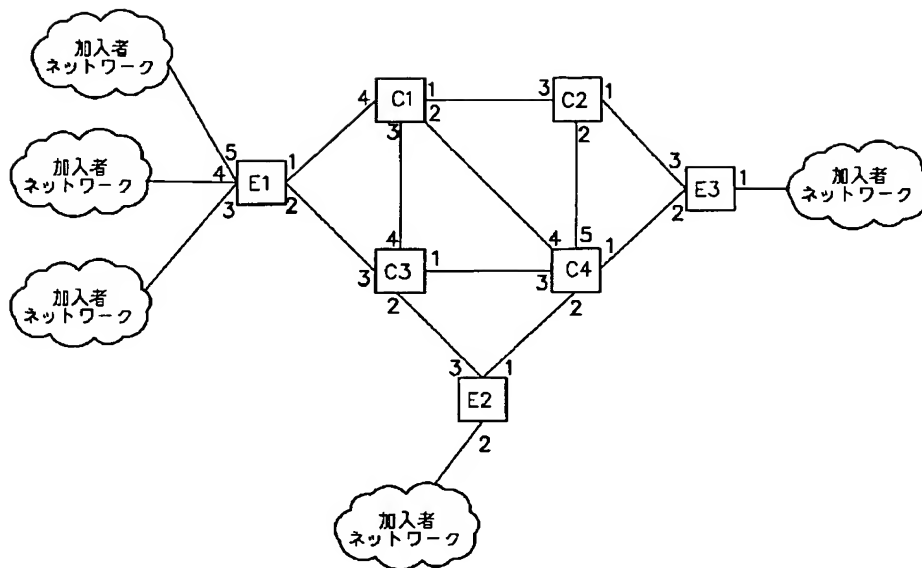
【図13】



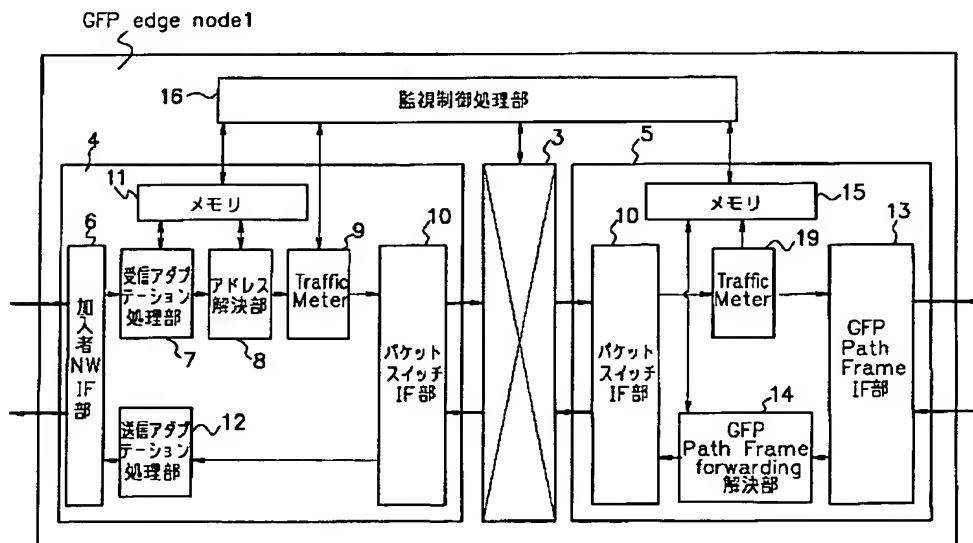
【図2】



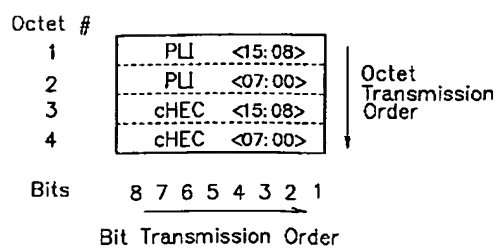
【図3】



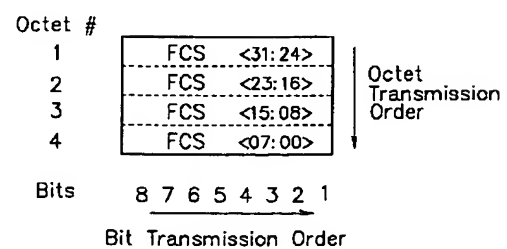
【図4】



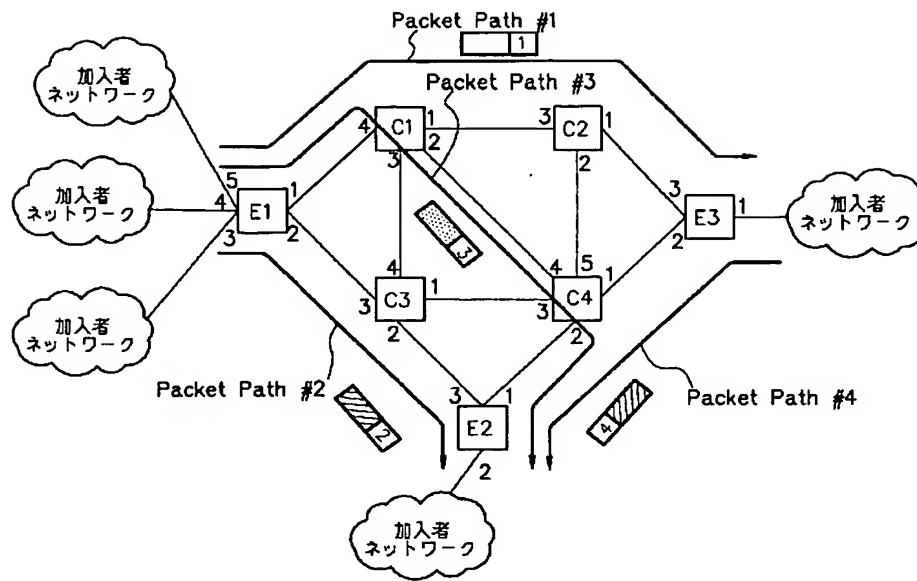
【図15】



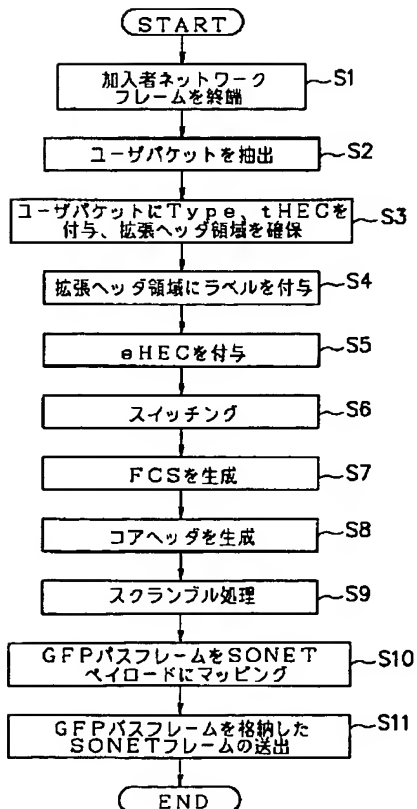
【図17】



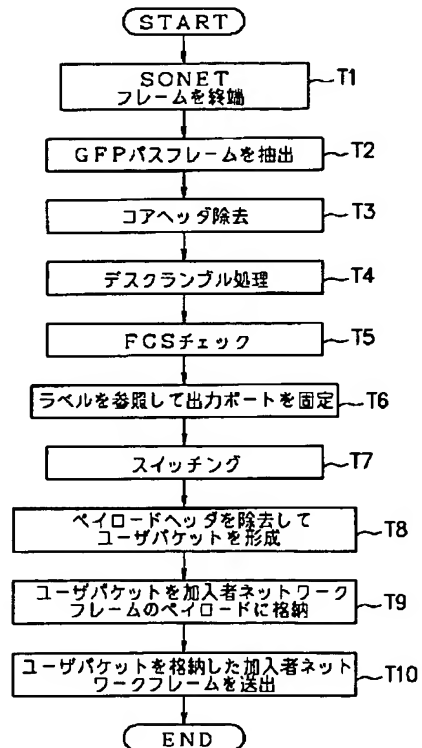
【図5】



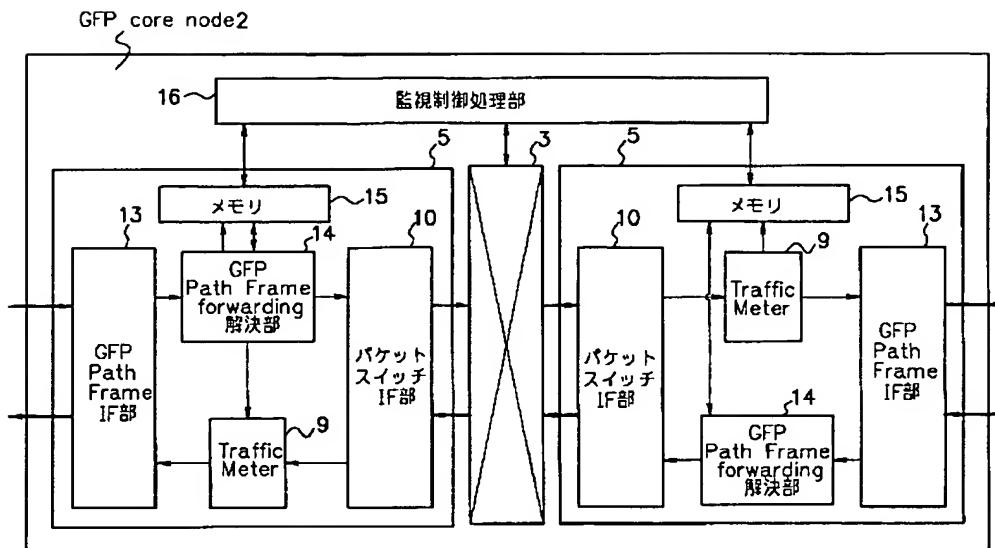
【図6】



【図7】



【図8】



【図9】

GFP edge node E1
アドレス変換テーブル

	User Dest Addr	SONET Dest Addr	Path ID	Ingress Port	Egress Label	Egress Port
(a)	A	E3	1	5	1	1
	B	E3	1	5	1	1
	C	E2	2	3	2	2
	D	E2	3	4	3	1

GFP core node C1
転送テーブル

	Path ID	Ingress Label	Egress Port
(b)	1	1	1
	3	3	2

GFP core node C2
転送テーブル

	Path ID	Ingress Label	Egress Port
(c)	1	1	1

GFP core node C3
転送テーブル

	Path ID	Ingress Label	Egress Port
(d)	2	2	2

GFP core node C4
転送テーブル

	Path ID	Ingress Label	Egress Port
(e)	3	3	2
	4	4	2

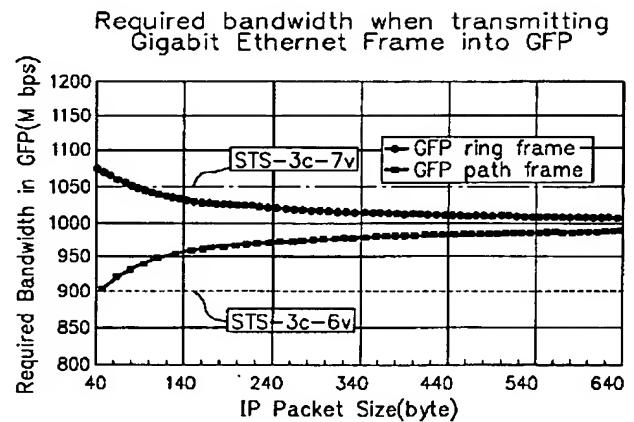
GFP edge node E2
転送テーブル

	Path ID	Ingress Label	Egress Port
(f)	2	2	2
	3	3	2
	4	4	2

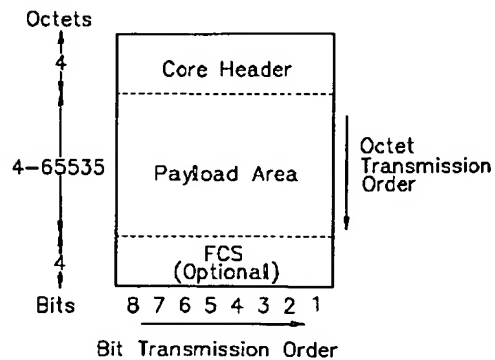
GFP edge node E3
転送テーブル

	Path ID	Ingress Label	Egress Port
(g)	1	1	1

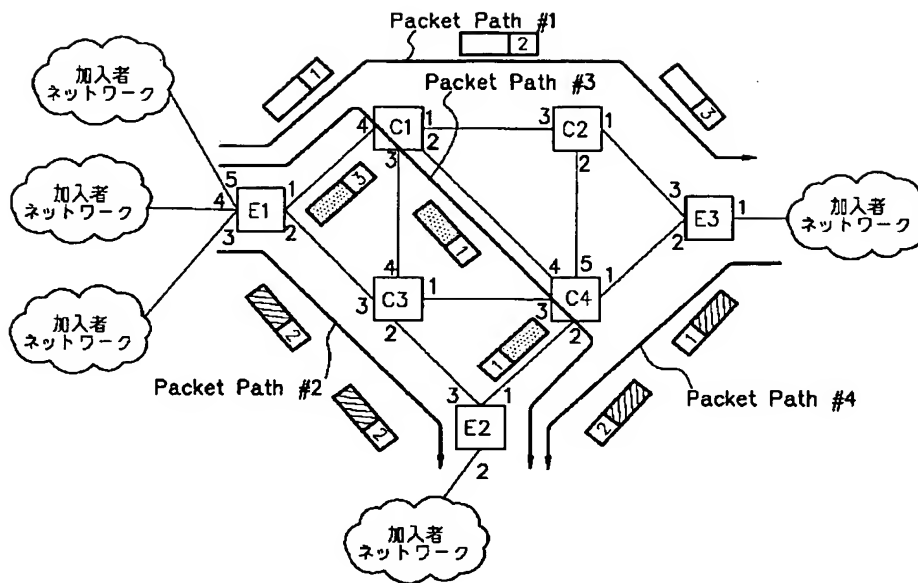
【図10】



【図14】



【図11】



【図12】

GFP edge node E1
アドレス変換テーブル

(a)

User Dest Addr	SONET Dest Addr	Path ID	Ingress Port	Egress Label	Egress Port
A	E3	1	5	1	1
B	E2	2	3	2	2
C	E2	3	4	3	1

GFP core node C1
転送テーブル

(b)

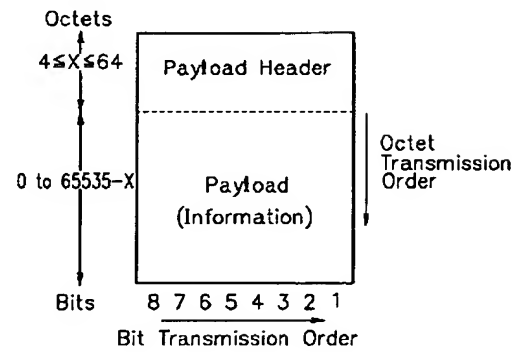
Path ID	Ingress Label	Ingress Port	Egress Label	Egress Port
1	1	4	2	1
3	3	4	1	2

GFP core node C4
転送テーブル

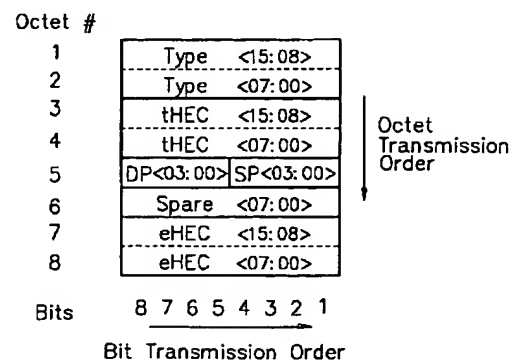
(c)

Path ID	Ingress Label	Ingress Port	Egress Label	Egress Port
3	1	4	1	2
4	1	1	2	2

【図16】



【図18】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5K030 GA03 GA19 HA08 HB13 HC01
JA01 LA14 LC01
5K034 AA02 AA12 BB06 DD03 EE11
FF04 HH01 HH02 HH06 MM11

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.